



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Manresa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Treball Final de Grau

Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Electrònica Industrial

Sistema de gestió domòtica d'un habitatge per persones que presenten algun tipus de discapacitat



Sergio Seijo Diaz

Director PFC: Inmaculada Martinez
Teixidor

Departament Enginyeria Minera Industrial
i TIC (EMIT)

Manresa, Octubre del 2017

Índex Memoria

| | |
|--|----|
| CAPÍTOL 1: OBJECTE DEL PROJECTE | 8 |
| CAPÍTOL 2: MOTIVACIÓ I | 10 |
| JUSTIFICACIÓ | 10 |
| CAPÍTOL 3: ESPECIFICACIONS..... | 13 |
| BÀSIQUES | 13 |
| 3.1. Descripció del problema | 13 |
| 3.2. Especificacions que ha de complir el disseny..... | 14 |
| CAPÍTOL 4: POSSIBLES SOLUCIONS | 15 |
| 4.1. Control centralitzat | 15 |
| 4.2. Control des d'un panell mòbil | 16 |
| 4.3. Control des d'un dispositiu mòbil | 16 |
| CAPÍTOL 5: SOLUCIÓ ESCOLLIDA I DISSENY..... | 18 |
| 5.1. Idea..... | 18 |
| 5.2. Beneficis | 18 |
| 5.3. Funcions bàsiques de la casa..... | 19 |
| 5.3.1. Arduino..... | 19 |
| 5.3.2. Característiques de la comunicació..... | 24 |
| 5.3.3. Llums | 25 |
| 5.3.4. Climatització | 25 |
| 5.3.5. Alarmes..... | 26 |
| 5.3.6. Persianes | 27 |
| 5.4. Funcions específiques | 27 |
| 5.4.1. Cuina..... | 27 |
| 5.4.2. Lavabo | 28 |
| 5.4.3. Menjador..... | 28 |
| 5.4.4. Jardí | 29 |
| CAPÍTOL 6: COMUNICACIONS | 30 |
| 6.1. Protocol de comunicació "Bluetooth" | 30 |
| 6.1.1. Introducció | 30 |
| 6.1.2. Característiques de les xarxes sense fils | 31 |
| 6.1.3. Protocol de comunicació | 33 |
| 6.2. Protocol de comunicació RS-232..... | 36 |
| CAPÍTOL 7: COMPONENTS FÍSICS (HARDWARE) | 38 |
| 7.1. Disseny de l'esquema real: Placa base..... | 39 |
| 7.1.1. Mòdul Bluetooth: HC-06 | 40 |

| | | |
|--|---|----|
| 7.1.2 | Dispositiu controlador: Smartphone..... | 42 |
| 7.1.3. | Xarxa de seguretat | 42 |
| 7.1.4. | Accessibilitat..... | 47 |
| 7.1.5. | Confort i eficiència | 47 |
| CAPÍTOL 8: SOFTWARE..... | | 51 |
| 8.1. | Programació del microcontrolador | 51 |
| 8.1.1. | Control Manual | 52 |
| 8.1.2. | Control per veu..... | 61 |
| CAPÍTOL 9: PROGRAMACIÓ DE L'APLICACIÓ..... | | 62 |
| CAPÍTOL 10: PRESSUPOST | | 79 |
| 10.1. | Costos d'enginyeria | 79 |
| 10.2. | Costos dels materials | 80 |
| 10.3. | Costos de mà d'obra | 81 |
| 10.4. | Cost total | 81 |
| CAPÍTOL 11: NORMATIVA | | 82 |
| CAPÍTOL 12: CONCLUSIONS I POSSIBLES MILLORES | | 85 |
| 12.1. | Possibles millores | 85 |
| 12.1.1. | Sintetitzador de veu | 85 |
| 12.1.2. | Connexió a internet..... | 86 |
| 12.1.3. | Notificacions..... | 86 |
| 12.1.4. | Localització | 87 |
| 12.2. | Conclusions | 88 |
| CAPÍTOL 13: BIBLIOGRAFIA | | 89 |
| 13.1. | Llibres | 89 |
| 13.2. | Pàgines Web..... | 89 |

ÍNDEX DE IMATGES

| | |
|--|----|
| IMATGE 1 PROCESADOR ATMEGA2560 | 20 |
| IMATGE 3 DIAGRAMA DE BLOCS DEL SISTEMA..... | 38 |
| IMATGE 4 DIAGRAMA DE FLUX DEL SISTEMA | 39 |
| IMATGE 5 MÒDUL HC-06 BLUETOOTH | 40 |
| IMATGE 6 ESQUEMA ELÈCTRIC SENSOR DE GAS MQ2 | 43 |
| IMATGE 7 ESQUEMA ELÈCTRIC SENSOR PIR | 45 |
| IMATGE 8 ESQUEMA ELÈCTRIC SENSOR ULTRASONS HCSR04..... | 46 |
| IMATGE 9 TEMPS DE PROPAGACIÓ DELS PINS DEL SENSOR..... | 47 |
| IMATGE 10 ESQUEMA SENSOR DE LLUMINOSITAT | 48 |
| IMATGE 11 ESQUEMA ELÈCTRIC DELS LLUMS..... | 49 |
| IMATGE 12 DIAGRAMA DE FLUX DEL PANEL DE CONTROL..... | 55 |
| IMATGE 13 DIAGRAMA DE FLUX DE LES LLUMS | 56 |
| IMATGE 14 DIAGRAMA DE FLUX DE TEMPERATURA | 58 |
| IMATGE 15 DIAGRAMA DE FLUX DEL SISTEMA DE VENTILACIÓ I CALEFACCIÓ..... | 59 |
| IMATGE 16 DIAGRAMA DE FLUX DE L'ALARMA | 60 |
| IMATGE 17 ESQUEMA DEL FUNCIONAMENT DEL SOFTWARE APP INVENTOR | 65 |
| IMATGE 18 PÀGINA PRINCIPAL DE DISSENY DE APP INVENTOR | 67 |
| IMATGE 19 PANTALLA D'INICI DE L'APLICACIÓ | 68 |
| IMATGE 20 ACTIVA EL RECONeixEMENT DE VEU A L'APP | 69 |
| IMATGE 21 NO ESTÀ MARCAT EL LECTOR D'ORDRES | 70 |
| IMATGE 22 MARCADOR D'ORDRES | 71 |
| IMATGE 23 PANTALLA DEL MENÚ..... | 72 |
| IMATGE 24 PANNEL DE CONTROL MANUAL DESDE SMARTPHONE | 72 |
| IMATGE 25 FUNCIÓ DE BLOCS QUE MOSTRA LA CONNEXIÓ PER BLUETOOTH | 74 |
| IMATGE 26 PART DE L'APLICACIÓ QUE PERMET EL CONTROL MITJANÇANT COMANDES DE VEU | 75 |
| IMATGE 27 FUNCIÓ DEL CHECK BOX QUE MOSTRA LES ORDRES ANOMENADES | 76 |
| IMATGE 28 FUNCIONS DE TANCAR I OBRIR PANTALLES | 77 |
| IMATGE 29 FUNCIONS QUE REALITZEN LES FUNCIONS AUTOMÀTIQUES..... | 77 |

ÍNDEX DE TAULES

| | |
|---|----|
| TAULA 1 CARACTERÍSTIQUES ARDUINO MEGA | 21 |
| TAULA 2 RANG DE COBERTURA MÒDUL BLUETOOTH | 36 |
| TAULA 3 BANDWOTH DELS BLUETOOTH | 36 |
| TAULA 4 CARACTERÍSTIQUES BLUETOOTH..... | 41 |
| TAULA 5 SENSORS | 42 |
| TAULA 6 | 79 |
| TAULA 7 | 80 |
| TAULA 8 | 81 |
| TAULA 9 | 81 |

RESUM

Aquest projecte consisteix en el disseny, desenvolupament i implantació d'un sistema de gestió domòtica d'ajuda a persones discapacitades, que ofereix el control de les funcionalitats mitjançant la veu i una aplicació de mòbil. La idea d'aquest projecte és que pugui ser implantada en qualsevol llar, oferint les mateixes prestacions per a qualsevol usuari, de manera que no consisteixi en una aplicació exclusivament dissenyada per a persones amb discapacitats i així no suposar un cost desorbitat perquè tindrà un mercat molt més ampli. Un dels requisits del sistema és que sigui fàcilment adaptable a qualsevol habitatge i fàcilment ampliable en previsió de futures millores o incorporacions.

RESUMEN

Este proyecto consiste en el diseño, desarrollo e implantación de un sistema de gestión domótica de ayuda a personas con discapacidades, que ofrece el control de funciones mediante la voz y una aplicación de móvil. La idea de este proyecto es que pueda ser implementada en cualquier hogar, ofreciendo las mismas prestaciones para cualquier usuario, de forma que no consista en una aplicación exclusivamente diseñada para personas con discapacidades y así no suponer un coste desorbitado porque tendrá un mercado mucho más amplio. Uno de los requisitos del sistema es que sea fácilmente adaptable a cualquier vivienda y fácilmente ampliable en previsión de futuras mejoras o incorporaciones.

ABSTRACT

This project is focused on the design, development and implementation of a home automation system for handicapped people which provides a voicecontrolled management via mobile device application. The main goal of the project is approached on creating an easy-to-implement system which can deliver a high-performance home control to each and every user, regardless of whether they have any disability or not, thus it won't involve an exorbitant cost due to the wider audience market. One of the most important requirements for the system is to be adaptable at any home and easily expandable regarding further enhancements or additions.

AGRAÏMENTS

En l'apartat d'agraïments vull fer una especial menció a Meritxell Esquíu, la qual em va aportar un punt de vista molt interessant i em va donar moltes idees per a començar amb la recerca. També vull agrair la col·laboració de coneguts que m'han ajudat en la realització de la pràctica i m'han ofert la seva ajuda per a resoldre dubtes en moments concrets. Per acabar, vull donar les gràcies a la meva tutora Imma Teixidor per el seu suport.

CAPÍTOL 1: OBJECTE DEL PROJECTE

L'objectiu d'aquest projecte és dissenyar i implementar solucions domòtiques d'ajuda a persones amb discapacitats per tal de poder fer la vida quotidiana més còmode tant per a les persones que pateixen alguna discapacitat com per a les que no pateixen cap mena de disfunció física. Per tant, es tracta de dissenyar i implementar una aplicació que s'adapti a les necessitats dels usuaris i sigui senzilla alhora que fàcil d'utilitzar, ja que penso que amb la revolució actual de les noves tecnologies és un moment oportú per aprofitar i implantar un sistema d'ajudar domòtic que no exclogui el dret d'ús a cap usuari. D'aquesta manera si s'assoleix aquest objectiu essencial el projecte permetrà la integració de persones amb discapacitats a un sistema globalitzat mitjançant les tecnologies que es troben a l'abast de les nostres mans.

Després d'un anàlisi dels diversos tipus de discapacitats físiques pels que es pot veure afectats una persona, com a exemple ceguesa, sordesa, mudesa o mobilitat reduïda, ja sigui completa o parcial, entre d'altres, s'ha decidit desenvolupar una aplicació que abasteixi totes les possibilitats de solucions per tal de poder executar les ordres desitjades en l'àmbit domèstic.

De totes les discapacitats esmentades anteriorment, la més complexa de cobrir és la de les persones invidents, per tant, s'ha centralitzat l'esforç en cobrir les necessitats bàsiques de les persones que sofreixen ceguesa. S'ha decidit que la solució més òptima i eficaç a desenvolupar per dur a terme les tasques domèstiques de manera automatitzada és la comunicació mitjançant la veu per a poder executar les ordres i així millorar la seva qualitat de vida de manera notable. A més de donar un avantatge específic per a les persones invidents, l'objectiu és afegir un grau de comoditat i benestar per a tothom, d'aquesta forma es garanteix un del cost menor del producte.

Gràcies a la comunicació per veu, es permetrà a les persones invidents anar substituint el mètode tradicional de la comunicació en Braille i s'aconseguirà que les persones invidents puguin ser més autònomes a l'hora de realitzar les tasques bàsiques d'àmbit domèstic.

Per tant, la solució que es durà a terme per a ajudar a persones amb aquesta discapacitat serà el desenvolupament d'una aplicació que incorpori un reconeixement de veu, la qual interpretarà les paraules i comunicarà l'ordre pertinent als components físics que s'implementaran per dur a terme el control de diversos elements que es poden trobar a qualsevol habitatge.

De les altres discapacitats esmentades anteriorment, per tal d'implementar una solució de manera global per totes les possibilitats de comunicació de les ordres que es desitgin, s'ha decidit que l'aplicació, a més d'incorporar el reconeixement de veu, també sigui capaç d'enviar les ordres mitjançant una interfície on apareguin totes les funcions disponibles a realitzar de manera senzilla i tàctil. A través d'aquesta interfície simplement polsant la funció o ordre desitjada ja seria suficient per tal d'executar-la.

Gràcies a la implementació d'aquestes dues metodologies de comunicació de les ordres, es garanteix cobrir les mancances de tot tipus de persones. Com es pot contemplar es duran a terme dues solucions diferents per tal d'englobar tots els requeriments que poden tenir les persones.

Cal tenir en compte, però, que el projecte ha de tenir la suficient flexibilitat i una ampla escalabilitat, de tal forma que permeti afegir noves funcionalitats sense afectar al correcte funcionament del sistema. En conseqüència, s'actuarà de tal forma que el desenvolupament de l'aplicació permeti implementar noves funcionalitats i sense limitacions de la quantitat d'aquestes.

Per tal de concloure l'objectiu del projecte, cal esmentar que el desenvolupament d'aquest projecte també ha de servir per posar en pràctica tots els coneixements adquirits al llarg de la titulació del Grau en Enginyeria electrònica industrial i automàtica.

CAPÍTOL 2: MOTIVACIÓ I JUSTIFICACIÓ

Tot va començar gairebé fa un any, quan vaig decidir realitzar una casa domòtica com a projecte final de Grau. Primerament, vaig estar analitzant les propostes dels diferents professors de l'escola per tal de poder escollir-ne alguna. Però em vaig adonar que de totes les propostes disponibles no hi havia la proposta adient que m'aixequés l'interès o em provoqués una gran motivació. De tal manera, vaig començar el procés de "Brainstorming" conjuntament amb el meu pare i després vaig anar fent una selecció de les millors idees que m'havia ajudat a recol·lectar. Després d'aquesta "pluja d'idees" que vaig dur a terme, vaig concloure que volia dissenyar i implementar alguna aplicació innovadora i d'utilitat a la vida real, que no es quedés en una mera idea. Aquest pas va ser fonamental ja que tenia clar el camí que volia recorre. Simplement mancava realitzar un estat de l'art per tal de poder veure com aplicar les tecnologies disponibles i aplicar-les de tal manera siguin d'utilitat a la actualitat.

Degut a l'interès i motivació que sempre em despertava el sector de la domòtica i aprofitant la constant evolució de les tecnologies de la informació i la comunicació va sorgir la idea d'englobar aquestes motivacions conjuntament i aprofitar-les per facilitar la vida diària a persones que pateixin alguna mena de discapacitat.

Arrel d'aquestes idees, em vaig posar en contacte amb la Meritxell Esquíu, treballadora de Loxone, empresa que donar solucions domòtica pels habitatges, i amb Xavier Llopart, el pare d'un noi el qual és invident i amb el José Latorre, el pare d'un amic que va en cadira de rodes; per tal de poder fer una entrevista personal i descobrir en primera persona les dificultats que pateixen aquestes persones en la seva vida diària per dur a terme tasques bàsiques en l'àmbit domèstic. Durant la conversa, es va parlar sobre les grans dificultats en la utilització dels electrodomèstics que en gran part no poden utilitzar, els preus desorbitats dels sistemes adaptats per a ells exclusivament i també el tema de l'efectivitat de la comunicació en Braille.

Aquests punts de la conversa són els que més em van cridar l'atenció. Gràcies a aquesta entrevista que vaig mantenir amb en José, vaig aconseguir una ampla visió de com enfocar l'aplicació a desenvolupar. Simplement mancava acabar de definir el camí llarg i definitiu i un dur esforç de treball per tal d'assolir els objectius personals i acadèmics ja que es tractava de desenvolupar el projecte final de grau per obtenir el títol d'enginyer en electrònica industrial i automàtica.

A partir d'aquí va sorgir la motivació personal arrel de l'entrevista, que des del principi fins al final del desenvolupament ha estat aprofitar les tecnologies disponibles al mercat per tal d'integrar en un sistema apte per a tots els sectors de la població. De tal manera, que no necessàriament ha de ser un sistema personalitzat exclusivament per a persones invidents o un sistema per a sords, sinó que el projecte que volia dur a terme havia de ser un sistema global, ja que això permetria oferir un producte a un preu més assequible i deixaria de ser un producte exclusiu per a un sector determinat de la població.

Normalment, la opinió i/o visió de la població respecte la domòtica es veu com una comoditat utilitzada majoritàriament per a persones amb un alt poder adquisitiu. Per tant, en aquest aspecte s'ha volgut fer un replantejament i donar una altre visió en aquest àmbit i s'ha buscat estratègies per tal que sigui apte per la majoria d'economies i no restringir-ne l'ús.

D'aquesta manera, dissenyant i implementant un sistema unificat que ofereixi diverses solucions i que englobi tots els requeriments de tots els sectors de la població es podrà oferir una millora qualitativa de la vida diària

de tots els sectors que formen part de la població. D'aquesta forma, les persones invidents i amb altres discapacitats físiques podran fer ús d'aquestes instal·lacions en els seus habitatges sense haver de patir l'increment del cost perquè ja estarà adaptat per a ells.

Un altre aspecte important que m'ha influenciat, ha estat els coneixements en tecnologies electròniques i la motivació d'àmbit social anteriorment esmentada, i a més en l'aprofundiment de coneixements en l'àmbit de la informàtica industrial i l'automatització, més concretament en el desenvolupament d'una aplicació mòbil i la utilització de microcontroladors.

CAPÍTOL 3: ESPECIFICACIONS BÀSIQUES

Abans de decidir com s'ha de desenvolupar el projecte, és necessari identificar el problema que es vol solucionar, decidir quin nivell de cobertura se li vol donar i quins requisits mínims ha de complir el projecte per tal de poder considerar-se satisfactori.

3.1. Descripció del problema

Després de l'entrevista amb el pare de l'invident, va quedar molt clar, segons les seves idees i les conclusions que en vam poder extreure, que un dels principals inconvenients amb el que es troben les persones que pateixen alguna discapacitat, recau en el fet de que les solucions, ja siguin; dispositius o adaptacions, dissenyats per a facilitar el seu dia a dia, acostumen a tenir un cost molt elevat per a l'usuari.

Això és degut a que són mètodes que només estan pensats per a ser utilitzats per un perfil molt concret d'usuari i no són de cap utilitat si la persona que els ha d'utilitzar no pateix la discapacitat en qüestió. Un dels altres problemes amb els que es troben les persones amb discapacitats, és que sovint tenen una manca d'independència a l'hora de dur a terme accions quotidianes.

3.2. Especificacions que ha de complir el disseny

Un cop analitzat el problema, ja es pot començar a decidir quins mínims haurà de complir el projecte per tal de tenir en consideració els inconvenients comentats anteriorment.

La primera especificació és la més important, el producte ha d'estar en un nivell econòmic a l'abast de la major part del públic. Això, es pretén aconseguir dissenyant un producte que sigui apte, tant per a persones amb algun tipus de discapacitat com per a persones que no en pateixen cap, i no només això, sinó que ofereixi un benefici a qualsevol usuari. Si el producte aporta un benefici a qualsevol usuari, independentment de si pateix o no alguna discapacitat, tindrà un mercat potencial molt més ampli i això comportarà que el seu cost baixarà molt més que no pas si només té interès per a un sector reduït de la societat.

Una altra especificació que ha de complir el disseny, és que ha d'oferir una ajuda pràctica, de manera senzilla i intuïtiva, alhora que no suposi un gran esforç per a l'ús de l'usuari. La idea és proposar una solució simple per a problemes rutinaris però a la vegada complexos per a moltes persones.

També és pretén adoptar una solució domòtica fàcil d'implementar en un habitatge i que sigui adaptable a qualsevol tipus de llar, de manera que no suposi molèsties a l'usuari a l'hora d'instal·lar el sistema.

En resum, el sistema ha de ser econòmic, senzill, flexible i fàcil d'instal·lar.

CAPÍTOL 4: POSSIBLES SOLUCIONS

Per tal de complir les especificacions mencionades en el capítol anterior, s'han tingut en compte valoracions de diferents solucions mitjançant amb les quals es pot arribar a resoldre el problema.

4.1. Control centralitzat

Una de les possibles solucions passa per la idea de poder tenir el control de totes les opcions de la llar des d'un mateix punt sense necessitat de moure's per dur a terme accions, com per exemple, encendre i apagar llums o apujar i abaixar persianes. Això, suposa tenir un o diversos panells de control en punts concrets de l'habitatge mitjançant els quals l'usuari pot tenir un control integral de les funcionalitats.

Evidentment, ofereix avantatges en comparació amb no tenir cap sistema implementat, però el fet d'haver d'accedir a un dels panells per a controlar la casa, continua sent un inconvenient, sobretot per a persones que tenen alguna discapacitat i no tenen facilitat per a desplaçar-se per la llar.

4.2. Control des d'un panell mòbil

Si en comptes de tenir panells repartits per a tota la casa, existeix un panell que funciona sense fils i permet a l'usuari endur-se'l a qualsevol zona, se solucionaria el problema de la mobilitat per l'interior de l'habitatge. L'usuari podria portar a sobre en tot moment el panell mòbil i emprendre accions des de qualsevol punt.

De nou sorgeix un inconvenient. És molt improbable que en un habitatge només hi visqui una persona. Això comporta que seria necessari un panell per a cada inquilí de la casa, ja que si només un té la capacitat de controlar les funcions, els altres no es beneficien dels avantatges d'una casa domòtica i llavors no compliríem el requisit de que ha de ser accessible i útil per a tothom.

Aquesta opció queda desestimada, no només per l'ús restringit que se li podria donar, sinó perquè si es vol que sigui senzilla i pràctica, la solució no pot passar per dur a sobre un dispositiu específic de control de la llar.

4.3. Control des d'un dispositiu mòbil

Avui en dia la gran majoria de persones té accés a dispositius mòbils "intel·ligents", ja siguin telèfons o tablettes, els quals s'acostumen a tenir a mà. Per a solucionar el problema anterior, es podria dur a terme un control de la llar mitjançant una aplicació instal·lada en un dispositiu mòbil, de manera que cada usuari estaria en possessió d'un control propi de funcionalitats.

Aquesta solució compleix gran part dels requisits preestablerts, ja que oferiria un servei útil a qualsevol persona resident a l'habitatge i això suposaria que el sistema podria ser beneficiós per a tots els públics. També ofereix una solució senzilla i còmode pel fet de que no es necessita res més a part del dispositiu mòbil que la major part de les persones ja porten a sobre en tot moment.

Tot i així, encara estem davant d'un gran inconvenient. Si bé és cert que també seria pràctica per a persones amb certes discapacitats, sobretot de

mobilitat, encara hi ha un grup de persones a qui no els aporta cap solució. Una persona cega, no podria manipular el dispositiu ni les seves funcionalitats degut a que no seria capaç de veure les opcions a executar. Aquesta solució s'apropa molt al compliment dels requisits, però no seria vàlida. De totes maneres no es pot descartar del tot, ja que tal com vam poder veure i saber per mitjà de la persona entrevistada, hi ha maneres de controlar un dispositiu mòbil quan no es té el sentit de la vista disponible.

Un dels mètodes que s'utilitza molt sovint és el de fer servir un sintetitzador de veu, que s'instal·la al dispositiu en qüestió, que llegeix i reproduïx per l'altaveu el text sobre el qual l'usuari es desplaça dins les opcions de menú del dispositiu, i així la persona és capaç d'escoltar les opcions que l'aparell li ofereix.

CAPÍTOL 5: SOLUCIÓ ESCOLLIDA I DISSENY

Un cop valorades totes les opcions i tenint en compte els seus avantatges i inconvenients, s'ha pogut prendre la decisió de decantar-se per la solució més adequada al problema plantejat. Al reflexionar sobre una solució que pogués complir amb totes les expectatives i requisits, s'ha adoptat una alternativa que encaixa dins les condicions prèviament exposades.

5.1. Idea

La idea de la solució escollida es basa en el fet de buscar una eina comuna en totes les persones, per mitjà de la qual, podem satisfer les nostres necessitats. Aquesta eina és la veu, i és la que més fem servir al dia a dia per a comunicar-nos amb altres persones. Aquest projecte pretén donar a la veu un ús més a part de l'elemental que es el de comunicar-se amb altres éssers humans, que és comunicar-se amb el nostre propi habitatge. Al tenir una necessitat, s'expressa per mitjà de la veu i es crea una petició que el sistema domòtic interpreta, processa i respon en forma d'acció.

5.2. Beneficis

La utilització de la veu per al control d'un habitatge ofereix diversos avantatges i beneficis per als usuaris o persones que viuen a la casa.

Un dels més importants, és l'elevada velocitat en obtenir una resposta o resultat, després d'enviar un ordre. Quan la persona té una necessitat,

només ha d'utilitzar la seva veu per a aconseguir allò que vol. Un altre benefici que ofereix el control per veu és la reduïda inversió d'esforç per a controlar accions rutinàries d'una llar.

Una persona invident, encara en pot treure més profit, ja que utilitzant la veu, no té la necessitat d'haver de localitzar pulsadors, botons o tecles a l'hora de governar funcions bàsiques que ofereix una casa domòtica.

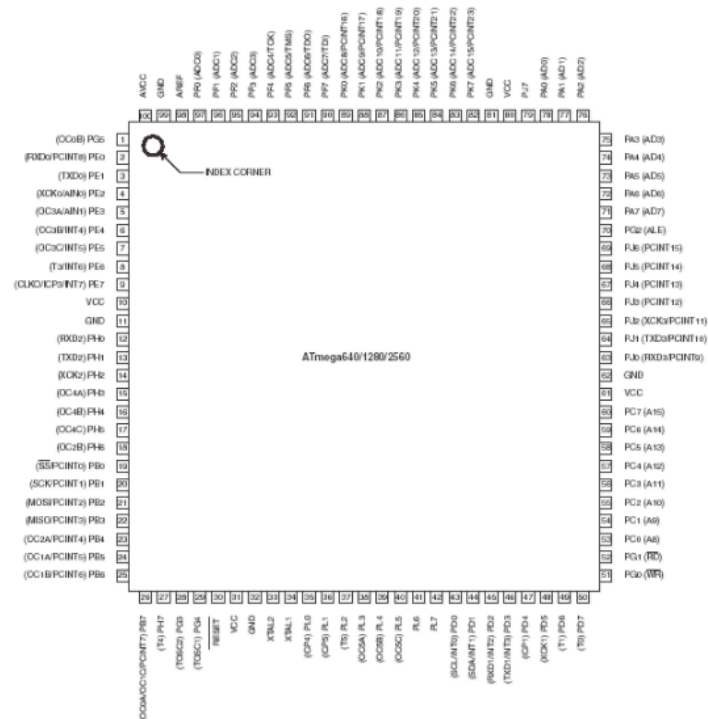
5.3. Funcions bàsiques de la casa

Una casa domòtica pot tenir infinitat d'aplicacions que s'han adaptat a les necessitats de l'usuari, de manera que l'habitatge ha de ser personalitzat i al gust de les persones que hi viuen. Tot i així, com passa amb la majoria de tecnologies, com per exemple cotxes, telèfons mòbils i molts altres, amb el pas del temps hi ha funcionalitats que deixen de ser "extres" i passen a considerar-se funcionalitats bàsiques. Així doncs, la solució a implementar haurà de partir de la base de que ha de cobrir un mínim de serveis bàsics. El que s'ha tingut en compte a l'hora de pensar les funcionalitats de la casa, és que, les persones que pateixen una discapacitat no acostumen o no tenen per què viure soles, per tant, s'ha pensat en una casa apta per a qualsevol persona amb funcionalitats adaptables a tothom.

5.3.1. Arduino

El projecte de solució domòtica d'ajuda a persones amb discapacitats s'implementarà al voltant d'una placa Arduino amb connexió Bluetooth. Una placa Arduino és una placa de circuit imprès basada en microcontroladors de codi obert provinent de Wiring. Segons un seguit de variables i impulsos d'entrada que rep l'Arduino, actua segons indica el programa a les seves sortides. Hi ha diverses opcions de models per a escollir, com per exemple: placa sèrie, USB o Bluetooth

A l'hora de triar Arduino, treballarem amb un microcontrolador Atmega2560. Per a dur a terme el desenvolupament del projecte, s'ha decidit utilitzar un Arduino Mega 2560 o Arduino Due de l'empresa Arduino.



Imatge 1 Procesador ATmega2560

Aquest microcontrolador té 54 pins digitals que funcionen com a inputs i outputs; 16 analog inputs, un vidre oscil·lador de 16 MHz, una connexió USB idèntic al de les impressores. A continuació es mostra la taula d'

| | |
|----------------------------------|--|
| microcontrolador | Atmega2560 |
| Tensión de funcionamiento | 5V |
| Voltaje de entrada (recomendado) | 7-12V |
| Voltaje de entrada (límite) | 6-20V |
| Digital pines I / O | 54 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM) |
| Pines de entrada analógica | dieciséis |
| Corriente DC por Pin I / O | 20 mA |
| Corriente CC para Pin 3.3V | 50 mA |
| Memoria flash | 256 KB de los cuales 8 KB utilizado por cargador de arranque |
| SRAM | 8 KB |
| EEPROM | 4 KB |
| Velocidad de reloj | 16 MHz |
| LED_BUILTIN | 13 |
| Longitud | 101.52 mm |
| Anchura | 53,3 mm |
| Peso | 37 g |

Taula 1 Característiques Arduino Mega

5.3.1.1. Arduino Mega o de gama alta

El microcontrolador es l'element més important de la . Es on s'instal·larà y executarà el codi que s'ha dissenyat. Ha estat desenvolupat per la companyia Atmel, te un voltatge operatiu de 5 V, encara que es recomana com entrada de 7-12 V amb un límit de 20 V. Conte 14 pines digitals d'entrada i sortida, 6 pins analògics.

Disposa de 32 KB de memòria flash, dels quals, 512 bytes són utilitzats pel bootloader. En la memòria flash s'allotja el programa a executar. El bootloader es l'encarregat de preparar el microcontrolador per que pugui

executar el nostre programa. També té una memòria EEPROM de 1 KB que pot ser llegida o escrita amb la llibreria EEPROM. En la part de processament disposem d'un rellotge de 16 MHz y 2 KB de memòria RAM.

Arduino permet diferents maneres d'alimentació:

- Connexió per USB: ens proporciona a la placa 5 V.
- Jack d'alimentació de 3,5 mm: normalment es connecta una pila o font d'alimentació de 9 V. El voltatge d'alimentació es recomana entre 7-12 V. Sent els valors màxim i mínim 6 V i 20 V respectivament.
- Directament 5 V al pin de 5 V.

Pins d'alimentació Permeten alimentar els circuits dissenyats per l'usuari.

- 3,3 V: proporciona una tensió de 3,3 V, amb una intensitat màxima de 50 mA.
- 5 V: proporciona una tensió de 5 V, amb una intensitat màxima de 300 mA.
- GND: nivell de referència (0 V) o presa de terra.
- Vin: és el voltatge d'entrada quan es té una font d'alimentació externa (no té en compte la connexió USB). Es pot proporcionar voltatge a la placa a través d'aquest pin, o en cas que feu servir una font d'alimentació externa proporcionar el valor que està sent subministrat.

Pins d'entrada i sortida analògica.

- Entrada: els valors de sortida van des de 0 V a 5 V en un rang de 0 a 1023 valors intermedis; és a dir, una precisió de 10 bits.
- Sortida: els borns de sortida varien també entre 0 V i 5 V en un rang de 0 a 255 valors intermedis; és a dir, una precisió de 8 bits.

Pins d'entrada i sortida digital.

- Els valors poden ser:
 - HIGH (5 V): s'interpretarà HIGH sempre que el senyal estigui compresa entre 3 i 5 V.

- LOW (0 V): s'interpretarà LOW sempre que el senyal estigui compresa entre 0 i 2 V.
- Hi ha pins reservats amb determinats usos:
 - Sèrie: 0 (RX) i 1 (TX). Utilitzats per rebre (RX) i transmetre (TX) dades sèrie. Estan directament connectats als pins sèrie del microcontrolador. Amb aquests pins podem connectar-nos amb altres plaques.
 - Interrupcions externes: pins 2 i 3. Poden ser configurats per activar interrupcions.
 - PWM: 3, 5, 6, 9, 10 i 11: proporcionen una sortida de 8 bits en mode PWM.
 - SCI: 10, 11, 12 i 13. Aquests pins suporten la llibreria de comunicació de dispositius SCI.
 - LED: 13. Aquest pin està connectat amb un led de la placa. Quan se li assigni un valor HIGH s'encendrà, si ho deixem en LOW estarà apagat.

La intensitat màxima que proporciona tant els pins analògics com digitals és de 40 mA.

Botó de reset i pin de reset.

Premant el botó de reset podrem reiniciar l'execució del codi del microcontrolador. Hi ha una altra manera de realitzar aquesta operació i és subministrant un valor LOW (0 V) al pin de Reset (situat al costat del pin de 3,3 V).

Pins de programació ISCP (In Circuit Serial Programming) és un connector utilitzat en els dispositius PIC (Peripheral Interface Controller) per programar sense necessitat d'haver de retirar el xip del circuit del qual forma part.

Referència per pins analògics (AREF) Tensió de referència per a entrades analògiques. S'utilitza amb la funció `analogReference()`.

Un cop vistes les diferents famílies i característiques dels microcontroladors ATmega, s'ha decidit treballar amb un ATmega 2560 de la família AVR degut a les seves més altes prestacions, tant en memòria de dades com oferta de possibilitats. Aquest projecte s'ha dut a terme utilitzant el ATmega2560, per la principal raó de que aquest model disposa d'un port més que els altres

models i és dels que té una memòria més elevada, característiques que són imprescindibles si es vol aconseguir controlar un ampli ventall d'opcions.

El microcontrolador AVR permet ser programat mitjançant llenguatge "assembler" i llenguatge C, el qual mitjançant un compilador, genera un arxiu del tipus .ino que pot ser instal·lat al xip a través del software d'arduino.

5.3.2. Característiques de la comunicació

Tal com s'ha comentat anteriorment, la idea del projecte es basa en el control d'una casa domòtica mitjançant la veu per tal de facilitar el dia a dia a persones amb discapacitats, però a la vegada també permetre que la resta d'usuaris gaudeixin dels beneficis i comoditats d'utilitzar la veu.

Amb tota seguretat, es pot afirmar que el segle XXI passarà a la història com el segle de la revolució de les tecnologies de la informació i les comunicacions (TIC). Això, ha estat possible gràcies a l'evolució de la ciència electrònica que ha aportat l'imprescindible suport tecnològic al conjunt d'activitats relacionades amb les TIC, per tant es pot concloure que això suposa una millora del benestar en general.

De manera similar, el desenvolupament de l'electrònica ha propiciat un considerable creixement de les xarxes de comunicació, en les quals els dispositius i equips intercanvien la informació per tal de controlar les variables i d'aquesta manera poder dur a terme les funcions de les aplicacions domèstiques o industrials.

L'avenç d'aquestes tecnologies, ha donat pas a que en l'actualitat disposem de dos tipus de comunicacions, ja siguin, analògiques o bé digitals. Per raons de prestacions que ofereixen les diferents comunicacions, la comunicació utilitzada és la digital. Les principals característiques que ofereix aquest tipus de comunicació són per exemple l'intercanvi d'informació bidireccional, baixa susceptibilitat al soroll elèctric i/o mínim volum de cablejat.

Una vegada definit el tipus de comunicació, el següent pas a tenir en compte és el mitjà de transmissió de la informació. El mitjà a través del qual es realitza la comunicació incideix de manera notable en la quantitat d'informació que es transmet i a la velocitat amb la qual aquesta pot ser transmesa. Per tant, depenent del tipus d'aplicació que es tracti s'haurà d'estudiar quin és el mitjà de comunicació més convenient, o a través de cable o a través de xarxes sense fils.

Aquests últims mitjans de transmissió tenen avantatges respecte el mitjà de comunicació per cable, com per exemple la ràpida instal·lació de la xarxa sense la necessitat d'utilitzar cablejat, permeten la mobilitat i tenen menys despeses de manteniment que una xarxa convencional. Per tant, la comunicació que utilitzarem entre l'aplicació mòbil i el microcontrolador Atmega2560 es basarà en les xarxes sense fils i mitjançant un dispositiu mòbil.

5.3.3. Llums

És molt habitual que en les cases quedin llums encesos al marxar fora, estan hores consumint energia fins que algú se'n adona i els apaga. Aquest problema és comú a la majoria de llars, però encara és més complicat de controlar per a una persona invident que comparteix casa amb persones que no ho són, ja que no té consciència de si el llum està encès o no a l'hora de marxar de casa. Per tal de poder evitar aquestes situacions, l'habitatge domòtic oferirà una opció d'apagar els llums de tota la casa tant de manera manual des d'un panell de control, com per mitjà de la veu amb l'aplicació, de manera que l'usuari podrà estar segur de que no es deixa cap llum encès.

5.3.4. Climatització

Una de les funcions bàsiques que ha d'incorporar l'habitatge és el control de la temperatura ambient de manera automàtica sense necessitat d'estar pendent d'encendre i apagar aparells d'aire condicionat o calefacció. Així doncs, en aquest projecte es vol donar la opció d'establir una consigna de temperatura per a mantenir la temperatura ambient en el nivell desitjat. Aquesta consigna sempre podrà ser modificada pels usuaris, des del seu

dispositiu mòbil o des del panell manual de control, i a la vegada es podrà regular de manera automàtica les persianes perquè si la temperatura varia, ja sigui, de manera positiva o negativa, realitzant així un auto ajust de la temperatura i proporcionant una opció d'estalvi a l'habitatge.

5.3.5. Alarmes

Avui en dia, la seguretat sempre és important en una casa tant per part de factors externs com d'interns, per això s'ha decidit incorporar un sistema d'alarmes de seguretat contra intrusió i contra incendis.

5.3.5.1. Alarma d'intrusió

L'habitatge disposa d'un sistema de seguretat que es connecta introduint un codi PIN de quatre dígit, que ha estat definit prèviament pel programa. Un cop el sistema està activat, si els sensors que hi ha repartits per la casa detecten un intent d'intrusió externa envien una senyal al Microcontrolador i aquest activa una alarma sonora, que a la vegada, envia un missatge al dispositiu mòbil del propietari per tal de que aquest pugui reaccionar, per exemple, trucant a la policia.

Un cop l'alarma està sonant, l'única manera de parar-la és introduint el codi PIN que només hauria de conèixer l'usuari o propietari de l'habitatge. Per tal de desconnectar el sistema quan els usuaris volen accedir a l'habitatge, el procediment és el mateix, s'introdueix el PIN i si és correcte, tot seguit el microcontrolador desconnecta l'alarma.

5.3.5.2. Alarma d'incendis

L'alarma d'incendis, per contra, sempre està connectada a l'espera que els sensors, col·locats en diferents punts estratègics segons la distribució de la casa, detectin i enviïn un senyal al microcontrolador i aquest activi una alarma i ho comuniqui a través de l'aplicació al propietari. Per a desactivar l'alarma només farà falta pitjar un polsador i l'alarma deixarà de sonar.

5.3.6. Persianes

Per tal d'oferir una funció pràctica s'ha dissenyat el sistema pensant en poder controlar les persianes a través del microcontrolador i per tant, també mitjançant el dispositiu mòbil. Aquesta funció permetrà pujar i baixar les persianes al gust de l'usuari sense ocasionar-li un gran esforç.

5.4. Funcions específiques

En un habitatge domòtic hi ha infinitat d'opcions per implementar. En aquest projecte se n'han escollit unes quantes per a algunes habitacions o zones concretes.

5.4.1. Cuina

La cuina és una zona de les cases on coincideixen un gran nombre d'aparells electrònics o electrodomèstics, per tant, ofereix diversos elements que poden ser controlats per mitjà del microcontrolador. A part del control de llums que ja s'ha comentat anteriorment i que pot ser controlat globalment o de manera concreta i individual a la cuina, la cuina ofereix una varietat d'opcions:

a) La placa d'inducció (o vitroceràmica) podrà ser encesa o apagada amb el microcontrolador i mitjançant la veu o el control des del panell manual. En

cas de que es trobi encesa, es podrà regular la seva intensitat amb el teclat numèric situat al panell de control o amb l'aplicació de mòbil. El valor del nivell d'intensitat podrà ser visualitzat des del panell de control manual gràcies a uns displays de 7 segments.

b) El forn podrà ser controlat, també, per el microcontrolador amb opció d'encendre'l i apagar-lo, i evidentment amb control sobre la temperatura desitjada que podrà ser introduïda per teclat i visualitzada en els displays.

c) El rentaplats s'activarà des del panell de control o des de l'aplicació de mòbil i al posar-se en marxa mostrarà el temps restant per a la seva finalització.

5.4.2. Lavabo

El lavabo no ofereix gaires opcions però s'ha cregut convenient afegir un calefactor que es podrà encendre i apagar a través del sistema domòtic, com també el control del llum.

5.4.3. Menjador

Al menjador es poden incloure moltes funcionalitats adaptables a les aficions dels usuaris, ja que es una zona on s'hi fa vida en comú. S'ha decidit, a part de persianes i llums, controlar el televisor. El control del televisor consisteix en poder encendre i apagar l'aparell i escollir-ne el canal a través del dispositiu mòbil o el panell de control. Al accedir al televisor des del panell de control, i en cas que estigui encès, es mostrarà per display el número del canal que s'està visualitzant.

5.4.4. Jardí

El jardí també disposa d'un llum exterior que es controla igual que la resta de llums de la casa, però la funcionalitat més important que ofereix és la de poder controlar el reg automàtic sense ni tan sols haver de sortir a l'exterior. Des del panell de control principal i des del dispositiu mòbil es podrà posar en marxa i parar el reg així com programar-lo per a que es pari al cap d'un cert temps.

CAPÍTOL 6: COMUNICACIONS

En aquest capítol es descriuen els protocols de comunicació escollits per a la transmissió d'informació des de l'aplicació mòbil dissenyada per un Smartphone (telèfon intel·ligent) fins al microcontrolador, que controla totes les ajudes domòtiques incorporades a la casa. En el cas de la transmissió entre l'aplicació mòbil i el mòdul receptor de Bluetooth connectat al microcontrolador es farà a través del protocol Bluetooth. La transmissió entre el microcontrolador i el mòdul receptor de Bluetooth es durà a terme a través del protocol RS-232.

6.1. Protocol de comunicació “Bluetooth”

6.1.1. Introducció

James Clerk Maxwell (1831-1879) va associar diverses equacions, les conegudes avui en dia com a les equacions de Maxwell, de les quals es dedueix que un camp elèctric variable en el temps genera un camp magnètic, i recíprocament, la variació temporal del camp magnètic genera un camp elèctric. Es pot visualitzar la radiació electromagnètica com dos camps que es generen mútuament, pel que no necessiten de cap medi material per a propagar-se. Les equacions de Maxwell també prediuen la velocitat de propagació en el buit (que es representa c , per la velocitat de la llum, amb un valor de 299.792 km/s), i la seva direcció de propagació (perpendicular a les oscil·lacions del camp elèctric i magnètic que, al seu torn, són perpendiculars entre si).

Una ona electromagnètica és la forma de propagació de la radiació electromagnètica a través de l'espai, i els seus aspectes teòrics estan relacionats amb la solució en forma d'ona que admeten les equacions de Maxwell. A diferència de les ones mecàniques, les ones electromagnètiques no necessiten d'un medi material per a propagar-se. Per a aclarir la definició

anterior, el terme radiació electromagnètica és una combinació de camps elèctrics i magnètics oscil·lants, que es propaguen a través de l'espai transportant energia d'un lloc a un altre. A diferència d'altres tipus d'ona, com el so, que necessiten un medi de propagació material, la radiació electromagnètica es pot propagar en el buit. En el segle XIX es pensava que existia una substància indetectable, anomenada èter, que ocupava el buit i servia de medi de propagació de les ones electromagnètiques. L'estudi teòric de la radiació electromagnètica es denomina electrodinàmica i és un subcamp de l'electromagnetisme.

6.1.2. Característiques de les xarxes sense fils

Després de l'explicació del funcionament d'una xarxa sense fils, (el medi de transmissió utilitzat entre l'aplicació mòbil i l'Arduino Mega 2560) el procediment posterior és definir el tipus de xarxa sense fils que utilitzare per dur a terme la comunicació.

Hi ha dos aspectes a tenir en compte en l'elecció de la xarxa sense fils, un d'ells és la cobertura i l'altre és la freqüència. Segons la corresponent cobertura, les xarxes sense fils es poden classificar en diferents tipus:

WPAN (Wireless Personal Area Network)

En aquest tipus de xarxa de cobertura personal, existeixen diverses tecnologies basades per exemple, en HomeRF (estàndard per a connectar tots els telèfons mòbils de la casa i els ordinadors mitjançant un aparell central), Bluetooth (protocol que segueix l'especificació IEEE 802.15.1), ZigBee (basat en l'especificació IEEE 802.15.4 i utilitzada en aplicacions com la domòtica, que requereixen comunicacions segures amb taxes baixes de transmissió de dades i maximització de la vida útil de les seves bateries, sota consum), RFID (sistema remot d'emmagatzematge i recuperació de dades amb el propòsit de transmetre la identitat d'un objecte (similar a un número de sèrie únic) mitjançant ones de ràdio.

WLAN (Wireless Local Area Network)

En les xarxes d'àrea local podem trobar tecnologies sense fils basades en HiperLAN (de l'anglès, High Performance Ràdio LAN), un estàndard del grup

ETSI, o tecnologies basades en Wi-Fi, que segueixen l'estàndard IEEE 802.11 amb diferents variants.

WMAN (Wireless Metropolitan Area Network, Wireless MAN)

Per a xarxes d'àrea metropolitana es troben tecnologies basades en WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access, és a dir, Interoperabilitat Mundial per a Accés amb Microones), un estàndard de comunicació sense fils basada en la norma IEEE 802.16. WiMax és un protocol semblant a Wi-Fi, però amb més cobertura i ample de banda. També podem trobar altres sistemes de comunicació com LMDS (Local Multipoint Distribution Service).

WWAN (Wireless Wide Area Network, Wireless WAN)

En aquestes xarxes trobem tecnologies com UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), utilitzada amb els telèfons mòbils de tercera generació (3G) i successora de la tecnologia GSM (per a mòbils 2G), o també la tecnologia digital per a mòbils GPRS (General Packet Ràdio Service).

Per a les meves necessitats de cobertura a l'hora de transmetre la informació, el tipus de xarxa sense fils que necessito és del tipus **WPAN** (Wireless Personal Area Network).

L'altre aspecte que s'ha de tenir en compte, és el rang de freqüències utilitzat per a transmetre. Depenent del medi, la xarxa sense fils tindrà unes característiques o unes altres:

Ones de ràdio: les ones electromagnètiques són omnidireccionals, així que no són necessàries les antenes parabòliques. La transmissió no és sensible a les atenuacions produïdes per la pluja ja que s'opera en freqüències no massa elevades. En aquest rang es troben les bandes d'ones de l'ELF que va de 3 a 30 Hz, fins a la banda UHF que va dels 300 als 3000 MHz, és a dir, comprèn l'espectre radioelèctric de 30 - 3000000 Hz.

Microones terrestres: l'emissor i el receptor han d'estar perfectament alineats. Per això, s'acostumen a utilitzar en enllaços punt a punt en distàncies curtes. En aquest cas, l'atenuació produïda per la pluja és més

important ja que s'opera a una freqüència més elevada. Les microones comprenen les freqüències des de 1 fins a 300 GHz. Mitjançant les microones terrestres, existeixen diferents aplicacions basades en protocols com Bluetooth o ZigBee per a interconnectar ordinadors portàtils, PDAs, telèfons o altres aparells.

Microones per satèl·lit: es fan enllaços entre dos o més estacions terrestres que es denominen estacions basi. El satèl·lit rep el senyal (denominat senyal ascendent) en una banda de freqüència, l'amplifica i el retransmet en una altra banda (senyal descendent). Cada satèl·lit opera en unes bandes concretes. Les fronteres freqüencials de les microones, tant terrestres com per satèl·lit, amb els infrarojos i les ones de ràdio d'alta freqüència es barregen bastant, així que poden haver-hi interferències amb les comunicacions en determinades freqüències.

Infrarojos: s'enllacen transmissors i receptors que modulen la llum infraroja no coherent. Han d'estar alineats directament o amb una reflexió en una superfície. No poden travessar les parets. Els infrarojos van des de 300 GHz fins a 384 THz.

Per les característiques de la meua aplicació, la xarxa sense fils tindrà les característiques de les microones terrestres, ja que són ideals per interconnectar el telèfon mòbil amb altres aparells (en el meu cas un receptor de Bluetooth HC-06 connectat a la placa Arduino Mega 2560).

6.1.3. Protocol de comunicació

L'últim pas per acabar de definir la comunicació, que es durà a terme per l'enviament bidireccional d'informació entre l'aplicació mòbil, desenvolupada amb App Inventor, i el receptor de Bluetooth HC-06 connectat a la placa Arduino, és l'establiment del protocol de comunicació.

Com s'ha definit en l'apartat anterior, la xarxa sense fils amb les característiques de les microones terrestres per a interconnectar ordinadors portàtils, PDAs, telèfons o altres aparells poden basar-se en protocols com Bluetooth o ZigBee. Per tant, a continuació s'exposa una comparativa entre els dos protocols existents per al tipus de xarxa sense fils escollida.

ZigBee és molt similar al “Bluetooth” però amb algunes diferències i avantatges per a la domòtica. Una xarxa ZigBee pot constar d'un màxim de 65535 nodes distribuïts en subxarxes de 255 nodes, enfront dels 8 màxims d'una subxarxa Bluetooth.

Menor consum elèctric que el de Bluetooth. En termes exactes, ZigBee té un consum de 30 mA transmetent i de 3 μ A en repòs, enfront dels 40 mA transmetent i 0,2 mA en repòs que té el Bluetooth. Aquest menor consum es deu al fet que el sistema ZigBee es queda la major part del temps en estat de repòs, mentre que en una comunicació Bluetooth això no es pot donar, i sempre s'està transmetent i/o rebent.

ZigBee té una velocitat de fins a 250 kbit / s, mentre que en Bluetooth és de fins a 3000 kbs. A causa de les velocitats de cadascun, un és més apropiat que l'altre per a certes coses. Per exemple, mentre que el Bluetooth s'utilitza per a aplicacions com els telèfons mòbils i la informàtica d'àmbit domèstic, la velocitat del ZigBee es fa insuficient per a aquestes tasques, desviant a usos tals com la Domòtica, els productes dependents de la bateria, els sensors mèdics, i en articles de joguines, en els quals la transferència de dades és menor.

Després de la comparativa anterior entre els dos protocols, es queda reflectit que el protocol més adient a utilitzar és el Bluetooth. El motiu de l'elecció del protocol Bluetooth és bàsicament que actualment els telèfons mòbils no disposen de la incorporació del protocol de ZigBee, en canvi, tots els SmartPhone, telèfons mòbils intel·ligents d'avui en dia, estan preparats amb el protocol Bluetooth. Altres motius que també han portat a escollir aquest protocol han estat per exemple, que la velocitat del Bluetooth és més adequada per aplicacions de telèfons mòbils, ja que amb el protocol ZigBee no es podrien realitzar les tasques de manera eficient. Tenint en compte que el consum dels dos protocols és força similar i a més que al nou protocol de Bluetooth 4.2 hi ha millores del consum energètic i també de la velocitat entre d'altres.

A continuació s'exposen les principals característiques del protocol de comunicació Bluetooth per tal de conèixer més a fons com s'enviaran les dades des de l'aplicació fins al microcontrolador.

- Bluetooth és una especificació industrial per a Xarxes sense fils d'àrea personal (WPAN), que possibilita la transmissió de veu i dades entre

diferents dispositius mitjançant un enllaç de radiofreqüència segura i globalment lliure en la banda ISM (Industrial, Scientific and Medical, que són bandes reservades internacionalment per un ús no comercial de radiofreqüència electromagnètica) dels 2,4 GHz.

- Aquest protocol de comunicacions es caracteritza especialment per a dispositius de baix consum, amb una cobertura baixa i basats en transceptors de baix cost. Gràcies a aquest protocol, els dispositius que l'implementen poden comunicar-se entre ells quan es troben dins del seu abast.
- Les comunicacions es realitzen per radiofreqüència de manera que els dispositius no tenen per què estar alineats físicament, poden fins i tot estar en habitacions separades si la potència de transmissió ho permet. Els dispositius Bluetooth estan classificats en funció de la potència de transmissió i es poden trobar fins a tres tipologies referenciades com a classe 1, classe 2 i classe 3. Aquestes tipologies són únicament una referència de la potència de transmissió del dispositiu però tenint en compte que qualsevol dispositiu és compatible amb els altres dispositius d'una classe diferent. Per tant, aquest factor suposarà un augment de la cobertura efectiva al connectar un dispositiu de classe 2 amb un transceptor de classe 1.
- En la nostra aplicació el dispositiu receptor de Bluetooth HC-06 és de classe 2 i considerant que la majoria de dispositius mòbils d'avui en dia incorporen també dispositius de classe 2, el rang de cobertura efectiva de la nostra aplicació serà d'aproximadament d'uns 10 metres.

A continuació es recull el rang aproximat de la cobertura, la qual serà efectiva per l'enviament d'informació en funció de la potència màxima permesa i les tipologies dels dispositius Bluetooth.

| | Rang aprox. de cobertura (metres) | Potència màxima (mW) | Potència màxima (dBm) |
|----------|---|----------------------------|-----------------------------|
| Classe 1 | 100 | 100 | 20 |
| Classe 2 | 10 | 2,5 | 4 |
| Classe 3 | 1 | 1 | 0 |

Taula 2 Rang de cobertura mòdul Bluetooth

Els dispositius amb Bluetooth també es poden classificar segons la capacitat del canal de comunicació, a continuació es mostra una taula on es recull, segons la versió de Bluetooth, l'ample de banda.

| Versió | Ample de banda (Mbit/s) |
|---------|----------------------------|
| 1.2 | 1 |
| 2.0+EDR | 3 |
| 3.0+HS | 24 |
| 4.0 | 24 |

Taula 3 BandWoth dels Bluetooth

6.2. Protocol de comunicació RS-232

En aquest apartat es farà una descripció del protocol que s'utilitza per a la comunicació entre la placa Arduino i el receptor de Bluetooth HC06.

El protocol RS-232 és una norma o estàndard mundial que regeix els paràmetres d'un dels modes de comunicació serial. Per mitjà d'aquest protocol s'estandarditzen les velocitats de transferència de dades, la forma de control que utilitza aquesta transferència, els nivells de voltatges utilitzats, el tipus de cable permès, les distàncies entre equips, els connectors, etc. A més de les línies de transmissió (Tx) i recepció (Rx), les comunicacions serials posseeixen altres línies de control de flux (Hands-Hake), on el seu ús és opcional depenent del dispositiu a connectar.

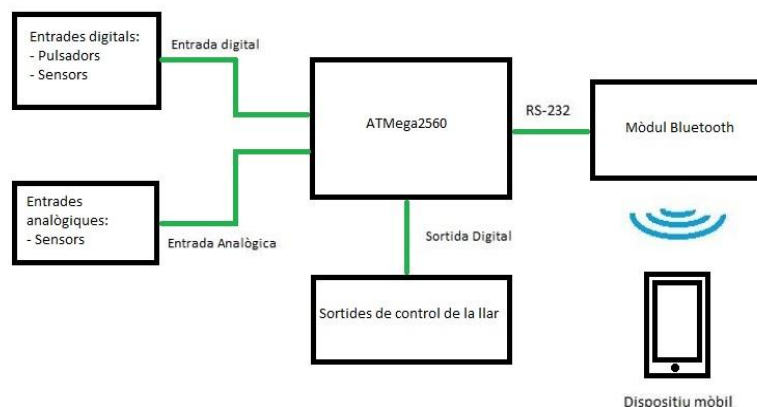
RS-232 és bàsicament la selecció de la velocitat en bauds (1200, 2400, 4800, etc.), la verificació de dades o paritat (paritat parell o paritat imparell o sense paritat), els bits de parada després de cada dada (1 o 2), i la quantitat de bits per dada (7 o 8), que s'utilitza per a cada símbol o caràcter enviat. La Norma RS-232 va ser definida per connectar un ordinador a un mòdem. A més de transmetre les dades d'una forma sèrie asíncrona són necessaris un conjunt de senyals addicionals, que es defineixen en la norma. Les tensions utilitzades estan compreses entre + 15 / -15volts. Porta serial full dúplex per comunicació punt a punt a una distància no superior a 30 metres. Des de 3 fils fins a 19 fils.

CAPÍTOL 7: COMPONENTS FÍSICS (HARDWARE)

En aquest capítol es detalla la implementació dels components a l'hora de construir el projecte amb totes les parts implicades.

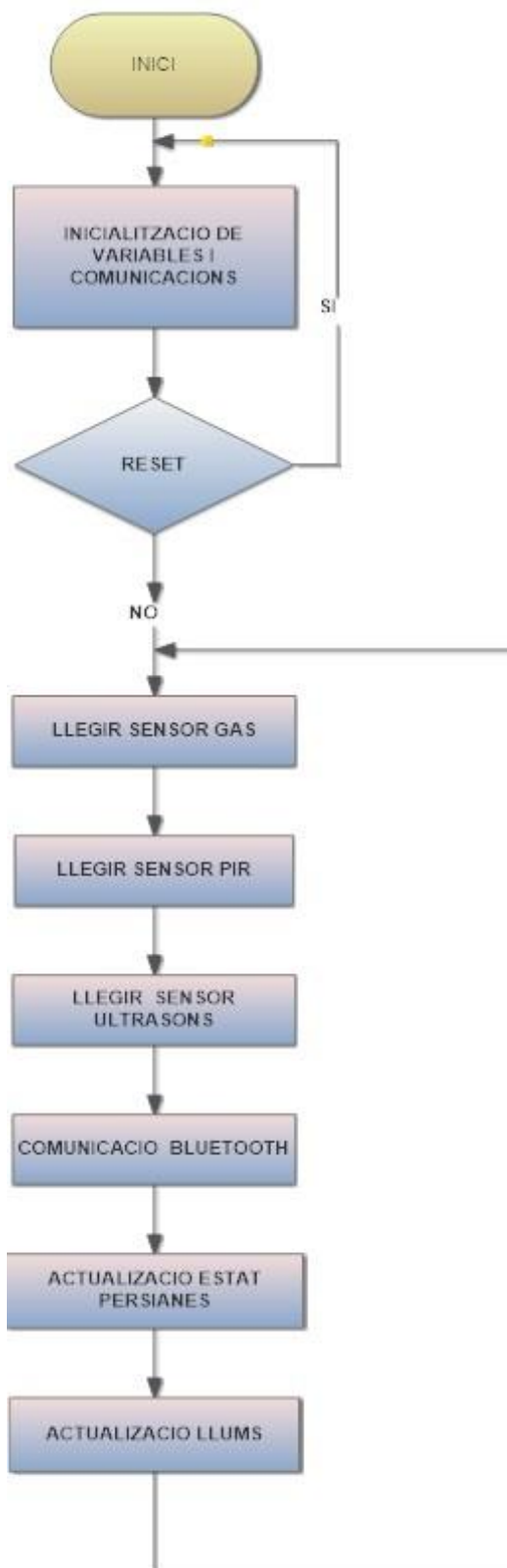
El següent diagrama de blocs (Imatge 2) mostra la comunicació del dispositiu mòbil mitjançant gràcies al mòdul de Bluetooth HC-06 que converteix el senyal de bluetooth en senyal de transmissió sèrie RS-232.

Les entrades digitals corresponen a sensors de final de carrera, detectors de presència i pulsadors. Els pulsadors serveixen per a desplaçar-se pel menú d'opcions de manera manual i activar o desactivar funcions de control de la llar domòtica. Al mateix temps, el control de la llar a través del dispositiu mòbil, que permet executar instruccions enviades per mitjà de la veu de l'usuari, roman actiu i té prioritat per sobre del control manual.



Imatge 2 Diagrama de blocs del sistema

7.1. Disseny de l'esquema real: Placa base



Imatge 3 Diagrama de Flux del sistema

7.1.1. Mòdul Bluetooth: HC-06

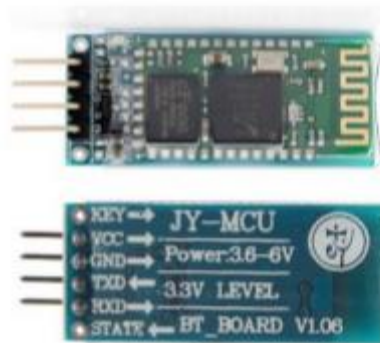
En primer lloc hem de configura el nostre mòdul. La comunicació del mòdul Bluetooth amb l'Arduino és sèrie. Els pins del nostre dispositiu són les següents:

GND: es la massa del mòdul que es connectarà al nostre GND de Arduino.

Vcc: l'alimentació del mòdul, pot tenir valor compresos entre 3.3V i 6 V.

TxD: el pin de transmissió de dades.

RxD: el pin de recepció de dades, connectat a un voltatge de 3.3 V.



Imatge 4 Mòdul HC-06 Bluetooth

Configurem el mòdul executant el següent codi:

```
/*Programa per configurar el mòdul Bluetooth*/  
//Inclou les llibreries necessàries per l'execució  
#include <SoftwareSerial.h> // Llibreria que permet establir comunicació  
sèrie a pins diferents al 0 i 1  
//Aquí connectem els pins RxD(), TxD() del mòdul Bluetooth, per la  
comunicació sèrie  
SoftwareSerial BT(2,3);  
//Mòdul per iniciar les comunicacions  
void setup ()  
{  
    Bt.begin(9600); //Inici la comunicació sèrie amb modul Bluetooth  
    Serial.begin(9600); // Comunicació sèrie amb PC a 9600 bps  
}
```

```
//Modul principal
Void loop()
{
    if(Bt.available()) { //Comprovar que la comunicació sigui correcta
    amb el modul Bluetooth
        Serial.write(Bt.read()); /*Envio dades per port sèrie PC i
    llegeixo pel Bluetooth*/
    }
    if(Serial.available()) { // Si hi ha comunicació amb PC
        Bt.write(Serial.read()); //Llegeixo dades enviades pel mòdul
    Bluetooth.
    }
}
```

La configuració del mòdul es realitza a través dels comandaments AT, els quals ens permeten la configuració del mòdul mitjançant qualsevol dispositiu que suporti comunicació sèrie Tx-Rx.

En la taula següent es mostren les instruccions adients, que en ordre actuen per comprovar si la connexió s'ha establert correctament, canviar el nom, la password i la taxa de transmissió de dades (bauds). En aquest mòdul hem d'espera un segon com a mínim, i no es deu enviar caràcters fi de línia ni retorn de carro al final del comandament, sinó la configuració serà errònia.

| Comandament | Descripció | Resposta |
|-------------|---|---|
| AT | Test de comunicació | Si tot és correcte: OK |
| AT+VERSION | Retorna la versió del mòdul | Si s'introdueix AT+BAUD7: OK57600 |
| AT+BAUDx | Configura la velocitat de transmissió segons el valor de x [1=1200; 2=2400; 3=4800; 4=9600 (por defecto); 5=19200; 6=38400; 7=57600; 8=115200; 9=230400; A=460800; B=921600; C=1382400] | Si s'introdueix AT+BAUD7: OK57600 |
| AT+NAMEx | Configura el nom que es vol mostra als dispositius que el busquin per aparellar-se amb ell | Si s'introdueix AT+NAMEBT: OKsetname |
| AT+PINxxxx | Configura la contrasenya d'accés al mòdul, per defecte és 1234 | AT+PIN000 respon: OKsetPIN |

Taula 4 característiques Bluetooth

7.1.2 Dispositiu controlador: Smartphone

Interconnexió de sensors i actuadors amb la central existeixen nombroses alternatives que podríem implantar amb Arduino. En primer lloc podríem realitzar un cablejat de tots els sensors fins el node central, però aquesta opció només es recomanable sempre i quan els sensors i actuadors no estiguessin a una distància molt gran del node central, ja que si fos així, la senyal s'atenuaria i es podria arribar a perdre.

Així, es com esta feta la nostra maqueta, ja que les distàncies són mínimes, però si fos aplicat en cas real d'un habitatge l'opció correcte seria un sistema mestre-esclau.

En el sistema mestre-esclau, tindríem un node central que podríem dissenyar amb el nostre Arduino Mega, aquets seria el que comunicaria per Ethernet, GSM o qualsevol tipus de xarxa que ens dones control a distància.

A continuació, els sensors i actuadors estarien connectats a un Arduino més petit (Nano, Uno o Micro). D'aquesta manera cada sensor es cablejaria a un Arduino esclau, i aquest comunicaria amb el node central.

L'avantatge d'aquest sistema és la reducció de cablejat, i la major flexibilitat d'instal·lació. També, en cas que falles el node principal, el nostre sistema perdria certes capacitats, però mantindria certa autonomia.

7.1.3. Xarxa de seguretat

Instal·larem els següents sensors per forma un sistema de seguretat eficaç que ens avisi en situacions de perill, molts d'aquest dispositius venen muntats sobre un mòdul amb tot els components necessaris pel seu ús directe, i d'altres els haurem de configurar nosaltres mateixos per realitzar divisors de tensió, resistències limitadores, etc.

| Sensor | Tipus de senyal generat |
|----------------------------|-------------------------|
| Sensor fums MQ-2 | Analògica |
| Moviment: Sensor PIR | Digital |
| Moviment: Sensor Ultrasons | Digital |

Xarxes d'accessibilitat, confort i estalvi energètic

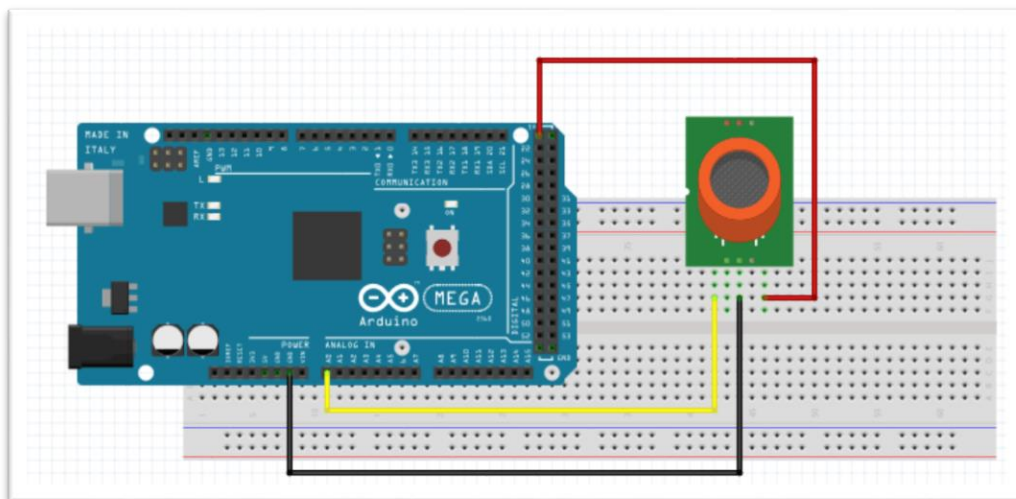
Les xarxes d'accessibilitat, confort i estalvi energètic les hem agrupat en una mateixa xarxa, donat que els dispositius que utilitza són pràcticament els mateixos.

Per realitzar el control de llums, portes i persianes, utilitzem relés que tenen una funció d'interruptor, amb l'avantatge que els podem controlar amb qualsevol dispositiu que tingui connexió Ethernet o Bluetooth.

7.1.3.1. Detector de monòxid de carboni

Per implementar el nostre detector de CO utilitzarem el sensor MQ-7 que veiem en la figura. Aquest mòdul permet la connexió tant a entrada analògica com a digital. Incorpora un potenciòmetre d'ajust per regular la sensibilitat del mòdul.

La connexió amb el nostre microcontrolador és senzilla, els pins es connecten de la següent manera; Vcc anirà a 5V, la massa a GND de l'Arduino i per últim el pin Dout a un pin digital de l'Arduino o el pin Aout a un pin analògic.



Imatge 5 Esquema elèctric sensor de gas MQ2

7.1.3.2. Detector de fums

La implementació d'un detector de fums es farà amb un detector de la mateixa gama, el sensor MQ-2. Físicament el dispositiu es molt semblant a l'anterior i les connexions igual, ja que, té els mateixos pins.

Per implementar-lo al nostre disseny pràctic, s'utilitza el sensor MQ-2 en detecció de fuites a equips de gas en aplicacions de consum i/o indústria.

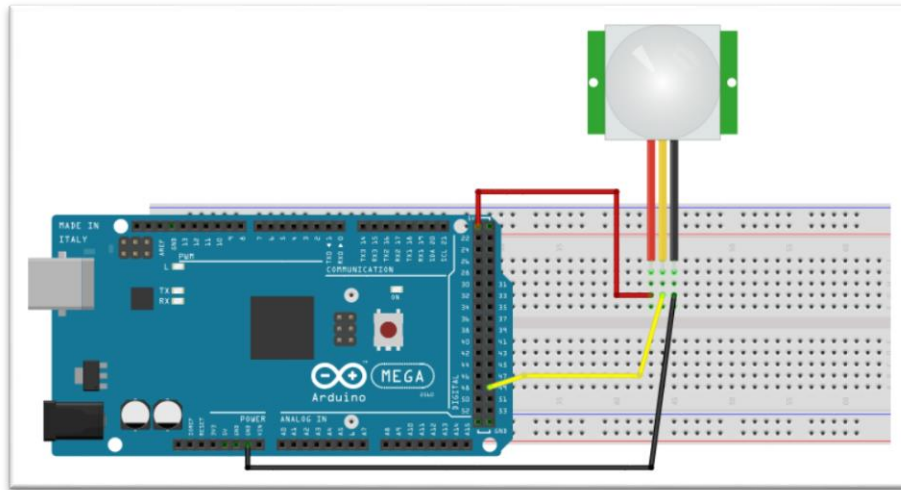
Aquest sensor s'adequa per la detecció de GLP, gas natural, butà i gas de carbó. Es convenient evitar el soroll de fums de cuina, alcohol i fums de cigarrets. La sensibilitat es pot ajustar mitjançant un potenciòmetre incorporat a la placa d'aquest.

7.1.3.3. Detector de moviment

El sensor de moviment el podem realitzar de dues manera, mitjançant un sensor infraroig, o mitjançant un sensor de distancia per ultrasons.

a) Detector de moviment amb sensor PIR

El sensor PIR(Pasive Infra Red) es un dispositiu piroelèctric, detector de calor. Es un sensor electrònic que mesura la llum infraroja (IR) que radian els objectes situats al seu camp de visió. El calor infraroig mesurat no es perceptible per l'ull humà. Detecta el moviment mitjançant un relació del calor irradiat en el temps. La sortida d'aquest sensor serà de nivell lògic alt, és a dir, quan detecti el moviment, i en el cas contrari serà de nivell baix.



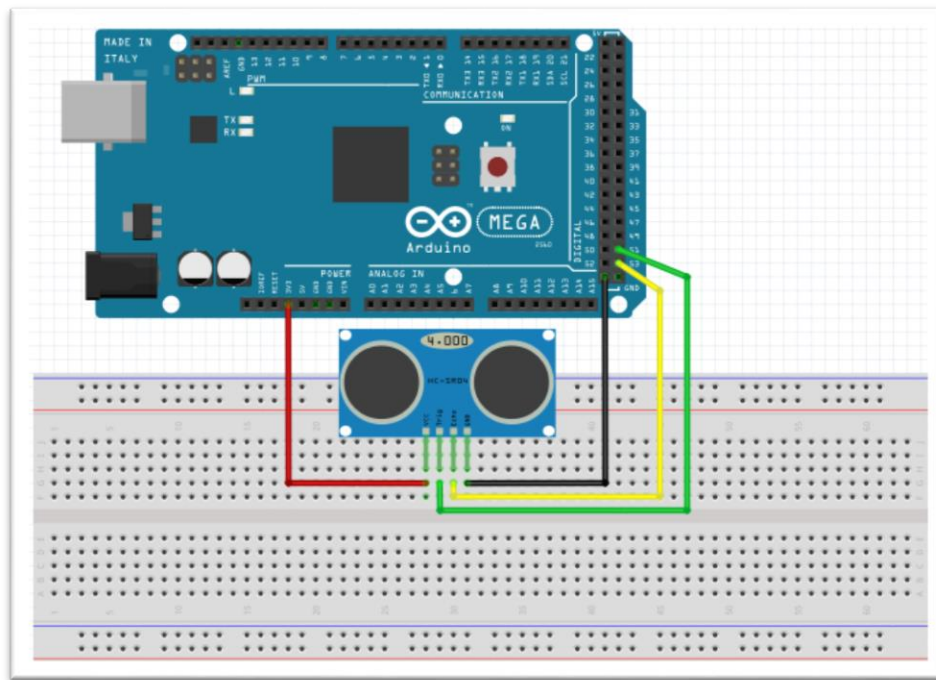
Imatge 6 Esquema elèctric sensor PIR

b) Sensor de distància HC-SR04

El HC-SR04 és un sensor d'ultrasons de baix cost que pot realitzar la mateixa funció que el sensor PIR descrit anteriorment. Aquest a més de detectar l'objecte en moviment també pot dir la distància que hi ha fins l'objecte detectat.

Aquest sensor consta de dos transductors, un altaveu i un micròfon. Ofereix una bona detecció sense contacte amb molta precisió i lectures molt estables. Aquest sensor no es veu afectat per la llum solar, tot i així, materials suaus com teles poden ser més complicats de detectar.

Per un perfecte funcionament d'aquest sensor, s'hauria de tenir en compte la temperatura, donat que la velocitat del so en l'aire varia amb ella. A 20°C la velocitat del so és de 343 m/s, però per cada 1°C que puja la temperatura, la velocitat del so augmenta uns 0.6 m/s.



Imatge 7 Esquema elèctric sensor ultrasons HCSR04

Es interessant veure com funciona aquest dispositiu, a continuació és descriu detalladament els passos que s'han de realitzar per assolir un funcionament correcte del nostre sistema:

Primer: enviem un pols '1' al pin TRIGGER d'una duració mínima de 10 segons.

Segon: El sensor enviarà 8 polsos per ultrasons de 40 KHz i posarà la sortida ECHO a HIGH, es deu detectar aquest procés per iniciar un nou compte del temps.

Tercer: La sortida ECHO es mantindrà a HIGH fins rebre l'eco reflectit per l'obstacle, un cop rebut canvia a LOW , deixem de comptar.

Quart: Es recomanable deixar un temps d'espera entre cada lectura, amb uns 50 ms serà suficient.

Cinquè: La distancia serà proporcional a la durada del pols i es podrà calcular amb la formula següent

$$Distancia recorrida = \frac{Velocidad\ del\ sonido * Tiempo}{2}$$

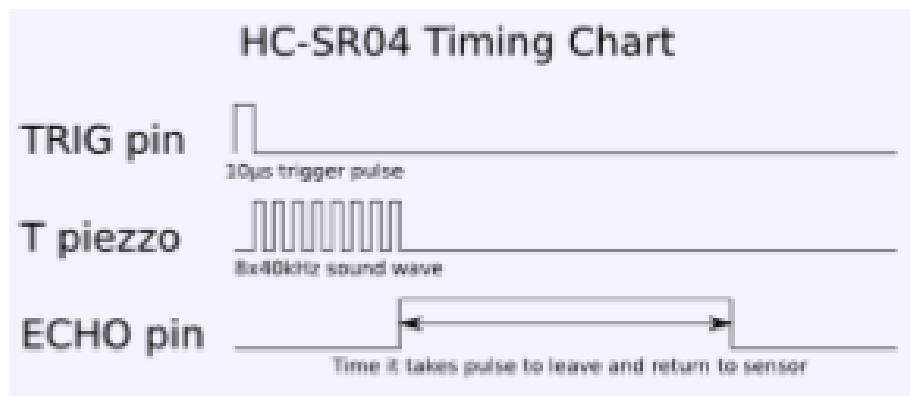
$$Distancia\ (cm) = Tiempo\ medido\ (\mu s) \times 0.017$$

Per ser molt més precisos, podríem posar la velocitat del so en funció de la temperatura.

$$\text{Velocidad del sonido} = 343 + 0,6 T (^{\circ}\text{C})$$

$$\text{Distancia (cm)} = (171,5 + 0,3T) \cdot 10^{-4}$$

A continuació és mostra gràficament el funcionament esmentat de com funciona el HC-SR04 o sensor d'ultrasons.



Imatge 8 Temps de propagació dels pins del sensor

7.1.4. Accessibilitat

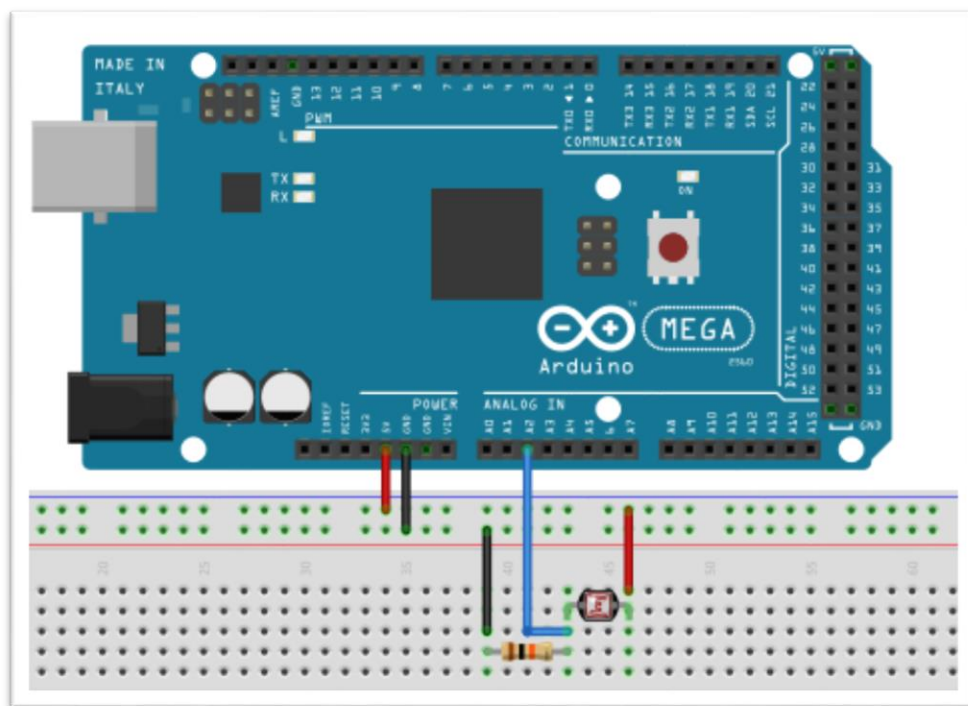
Un cop esmentats els sistemes que podem implementar per la millora de la seguretat a la nostra llar, es el torn de descriure els elements pel sistema d'accessibilitat a l'habitatge.

7.1.5. Confort i eficiència

En aquest apartat procedeix a explicar breument els sensors i actuadors que podem utilitzar per la millora del confort i l'eficiència de la nostra llar.

7.1.5.1. Automatització de persianes

Automatitzar una persiana sembla una feina complicada i molt laboriosa, però és molt més senzill del que pensem. Només necessitem 2 relés, un per realitzar la funció de polsador de pujar i un altre per realitzar la funció de baixar. Però això és lo més bàsic, jo afegiré un sensor LDR per controla la persiana de manera autònoma en funció de la llum exterior i així millora l'eficiència energètica de la llar.



Imatge 9 Esquema sensor de lluminositat

- Sensor LDR

Aquest sensor està format per una fotoresistència, la qual varia en funció de la llum, quan la llum incideix sobre ella la seva resistència a la conducció baixa, pel cas contrari quan no li arriba prou llum el seu valor augmenta molt, aquest procés està basat en l'efecte fotoelèctric.

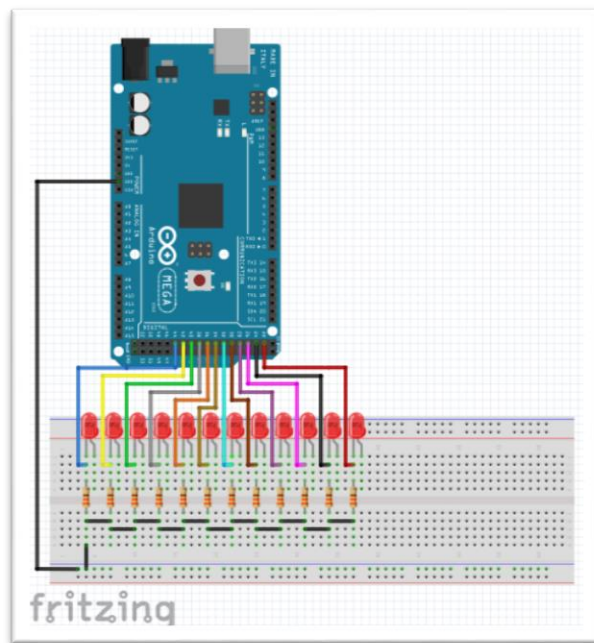
El fotoresistor està fet d'un semiconductor molt resistiu anomenat sulfur de cadmi. Si la llum que incideix en el dispositiu és de alta freqüència, els fotons són absorbits per les elasticitats del semiconductor, donant prou energia als electrons per saltar la banda de conducció. L'electró lliure que

resulta i el forat que deixa, condueixen l'electricitat de tal mode que disminueix la seva resistència.

Amb aquests dos elements podrem configurar diferents escenes en cadascuna de les dependències i controlar-les de manera remota mitjançant el Bluetooth.

7.1.5.3. Automatització de la il·luminació

Aquest control es realitzarà mitjançant una connexió Bluetooth que activi les llums, s'implementaran relés del mateix tipus que el descrit en l'apartat d'accessibilitat. El funcionament dels relés serà com ha mode interruptor.



Imatge 10 Esquema elèctric dels llums

Per no tenir problemes alhora del muntatge, calculem el valor de les resistències de cada LED.

En el càlcul del valor de la resistència del LED, suposarem que el valor del corrent que li produeix suficient lluminositat és 15 mA i que la seva caiguda

de tensió és la mitjana dels valors de V_{led} estàndard (entre 1,5 V i 2,5 V es lo normal en funció del color del LED)

$$R_L = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{I_L} = \frac{5\text{ V} - 2\text{ V}}{15\text{ mA}} = 200\ \Omega$$

Escollim un valor normalitzat per la resistència del LED, superior a la obtinguda del càlcul, i repasem el corrent que circularà pel LED.

$$I_L = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{R_L} = \frac{5\text{ V} - 2\text{ V}}{330\ \Omega} = 9\text{ mA}$$

CAPÍTOL 8: SOFTWARE

En aquest capítol s'explica el disseny del software del microcontrolador ATmega2560 i de l'aplicació desenvolupada per a mòbils amb sistema operatiu Android. D'una banda hi ha el programa del microcontrolador realitzar en llenguatge C que s'encarrega de controlar tot el hardware de la casa domòtica. D'altre banda hi ha el programa que constitueix l'aplicació mòbil desenvolupada en App Inventor mitjançant llenguatge de blocs, que hem permetrà controlar les ordres per veu o l'enviament d'ordres de manera automàtica mitjançant botons tàctils, no ens oblidem que l'aplicació ens permetrà la comunicació a través de la pantalla del nostre dispositiu amb el microcontrolador actuant com a interfície.

8.1. Programació del microcontrolador

En aquest apartat es descriu disseny funcional del codi amb el qual opera el microcontrolador ATmega2560.

El codi està estructurat en un menú d'opcions a partir del qual l'usuari de l'habitatge domòtic serà capaç de gestionar i/o controlar la llar a voluntat de dues maneres diferents:

1. Control Manual: Mitjançant polsadors l'usuari podrà desplaçar-se pel menú i seleccionar les accions que el microcontrolador durà a terme.
2. Control per veu: A través de qualsevol dispositiu mòbil amb una aplicació prèviament instal·lada, l'usuari podrà enviar les ordres desitjades al microcontrolador, el qual executarà les accions desitjades.

8.1.1. Control Manual

Aquest apartat descriu la programació del microcontrolador operant amb el control manual.

8.1.1.1. Estructura del menú

Per tal de poder organitzar les funcions que permet la casa, el display LCD mostrarà un menú que s'organitza de la següent manera.

A. Llums

1. ON
2. OFF

B. Temperatura

1. Actual
2. Consigna
 - 2.1. Modifica

C. Alarmes

1. Alarma d'intrusió
 - 1.1. Activa/ Desactiva
 - 1.1.1. Introdueix Pin
2. Alarma Incendi
 - 2.1. Desactiva

D. Habitacions

1. Cuina
 - 1.1. Llums
 - 1.1.1. ON/OFF
 - 1.2. Inducció
 - 1.2.1.ON
 - 1.2.1.1. Regula [1 – 5]
 - 1.2.2.OFF
 - 1.3. Forn
 - 1.3.1. ON
 - 1.3.1.1. Regula [0 – 300]
 - 1.3.2. OFF
 - 1.4. Rentaplats
 - 1.4.1. ON/OFF
2. Lavabo
 - 2.1. Llums

2.1.1. ON/OFF

2.2. Estufa

2.2.1. ON/OFF

3. Dormitori

3.1. Llums

3.1.1. ON/OFF

3.2. Persianes

3.2.1. Apuja

3.2.2. Abaixa

4. Menjador

4.1. Llums

4.1.1. ON/OFF

4.2. Persianes

4.2.1. Abaixa

4.2.2. Apuja

4.3. TV

4.3.1. ON

4.3.1.1. Escollir canal [1 – 15]

4.3.2. OFF

5. Jardí

5.1. Llums

5.1.1. ON/OFF

5.2. Reg

5.2.1. ON/OFF

6. Hall

6.1. Llums

6.1.1. ON/OFF

8.1.1.2. Desplaçament pel menú

El control manual està basat en tres polsadors que permeten desplaçar-se i seleccionar opcions del menú. D'esquerra a dreta tenim els següents polsadors:

- a) Enrere: Aquest polsador permet retrocedir un nivell en les opcions del menú.
- b) Seleccionar: Aquest polsador permet desplaçar-se per un nivell concret del menú.
- c) Activa: Aquest polsador permet accedir a un nivell més inferior o escollir una acció.

Per tal de poder gestionar la selecció d'opcions del menú a través dels polsadors, en el codi s'han creat unes variables com a selectors les quals, segons els seus valors, situen la posició del menú per mitjà d'un "switch".

Així doncs, incrementant i/o decrementant els valors de les variables, el display mostrarà les diverses opcions que ofereix el menú.

Això és possible gràcies a que el ATmega està constantment llegint (a través d'un bucle) les inputs corresponents a cada polsador. D'aquesta manera si totes les variables "Selx" tenen valor 0, el menú mostrarà el nivell més alt.

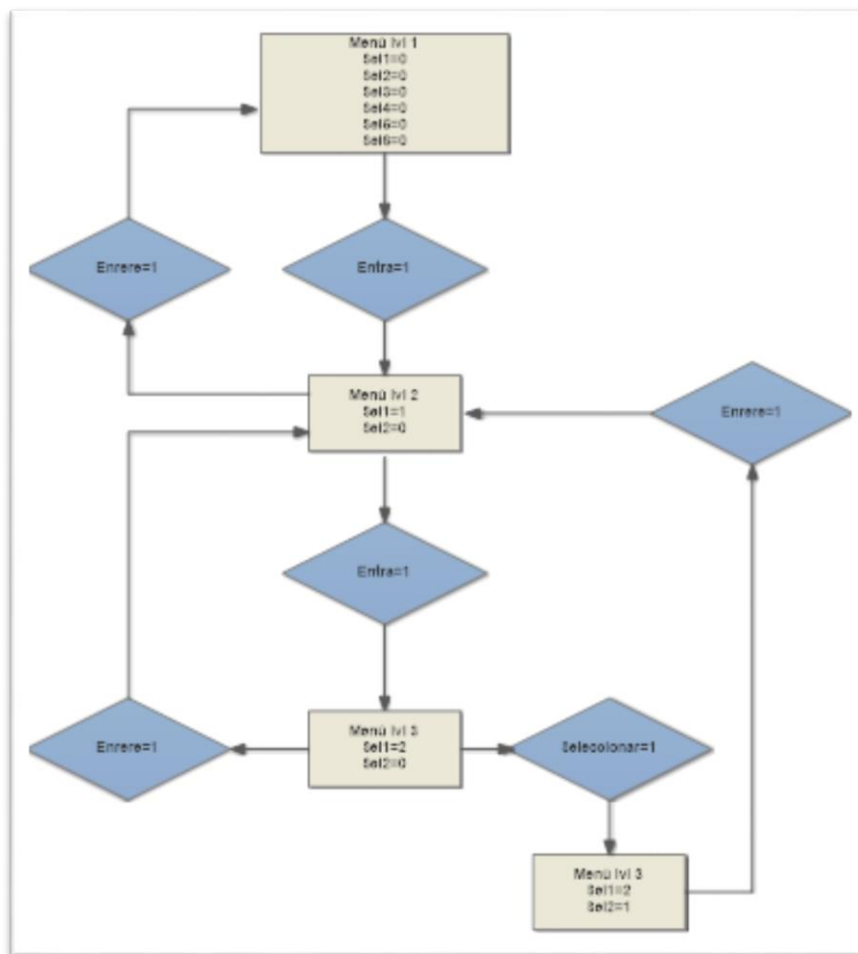
Al detectar que el polsador "Sel1" ha estat seleccionat, i degut a que totes les variables del menú valen 0, "...." incrementarà i passarà a valdre 1. Llavors, això suposarà un altre case diferent dins el switch i la visualització del menú canviarà disminuint un nivell per a mostrar la primera opció del segon nivell.

En el cas que el polsador "Sel1" sigui pres, i tenint en compte que la variable "Sel1" val 1 però la "Sel2" val 0, es tornarà a incrementar la variable "Sel1" per canviar el seu valor a 2, i així desplaçar-se en el submenú del segon nivell i accedir a la resta d'opcions.

Per avançar entre nivells o desplaçar-se a través d'ells, funciona tal com s'ha descrit anteriorment. Segons el nivell on es troba el menú, al pulsar un polsador, s'incrementa una variable o una altra.

En el cas de voler retrocedir de nivell s'ha de pitjar el polsador "enrere", el qual posa a 0 la variable que la succeeix.

A continuació es mostra el diagrama de flux del desplaçament pels nivells 1, 2 i 3 del menú.



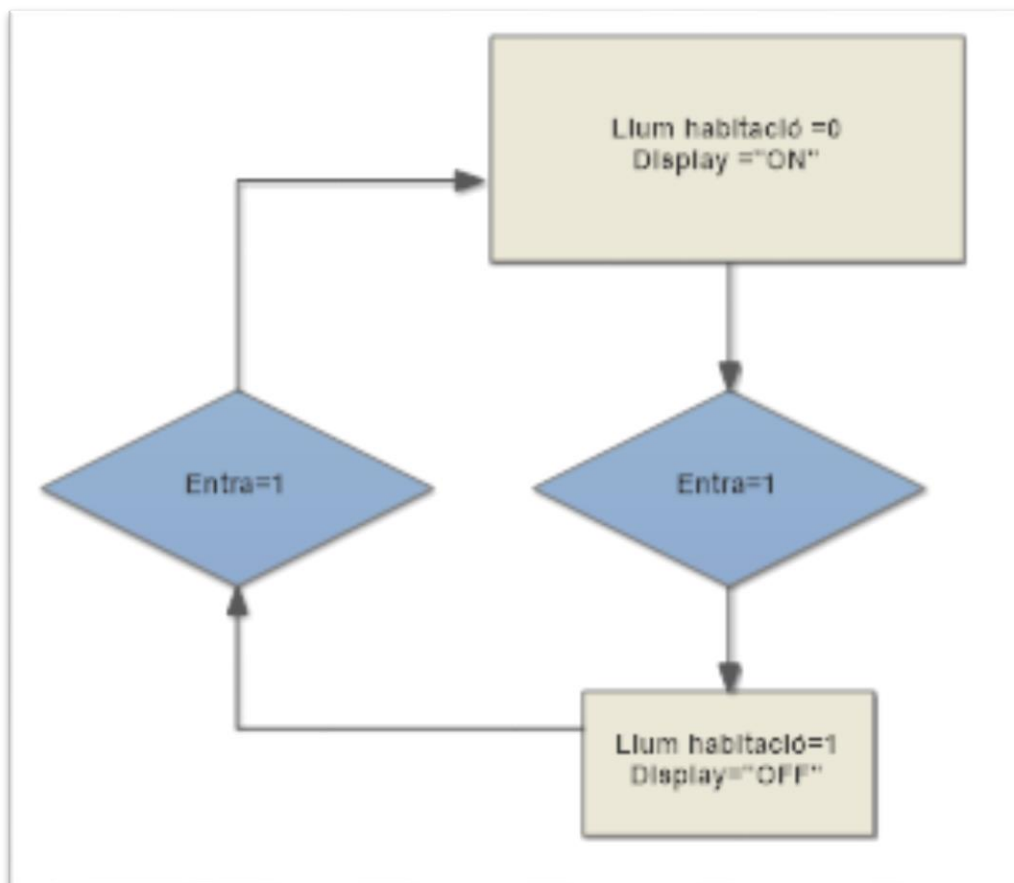
Imatge 11 Diagrama de flux del panel de control

8.1.1.3. Control de la il·luminació

Per controlar els llums, hi ha dues opcions:

- 1) Control general: El control general dels llums correspon a la primera opció del menú i permet a l'usuari encendre o apagar els llums de tota la casa independentment del seu estat anterior. Si es selecciona l'opció d'apagar, totes les sortides de l'ATMega2560 que corresponen a les llums (LED's) passaran a valdre 0.
- 2) Control per estàncies: cada habitació o zona permet el control independent de la il·luminació. Així, si una habitació té enceses les llums, només oferirà l'opció d'apagar-les i al contrari, si estan apagades només podrem encendre-les.

Veiem el diagrama de flux del control independent per habitacle de la il·luminació.



Imatge 12 Diagrama de flux de les llums

8.1.1.4. Temperatura i climatització

Una de les funcions del programa és calcular la temperatura ambient per tal de mostrar-la per pantalla i també poder prendre decisions segons el seu valor.

Mitjançant un sensor LM35 rebem una tensió pel pin analògic A0 de l'Arduino, que incorpora un convertidor analògic-digital (ADC), i aquest la converteix en un valor numèric discret el qual es pot operar per obtenir un valor de temperatura.

Un cop sabem la temperatura que hi ha a l'ambient, el programa ens permet mostra-la a través del display LCD 16x2 i també mostrar-la al dispositiu mòbil.

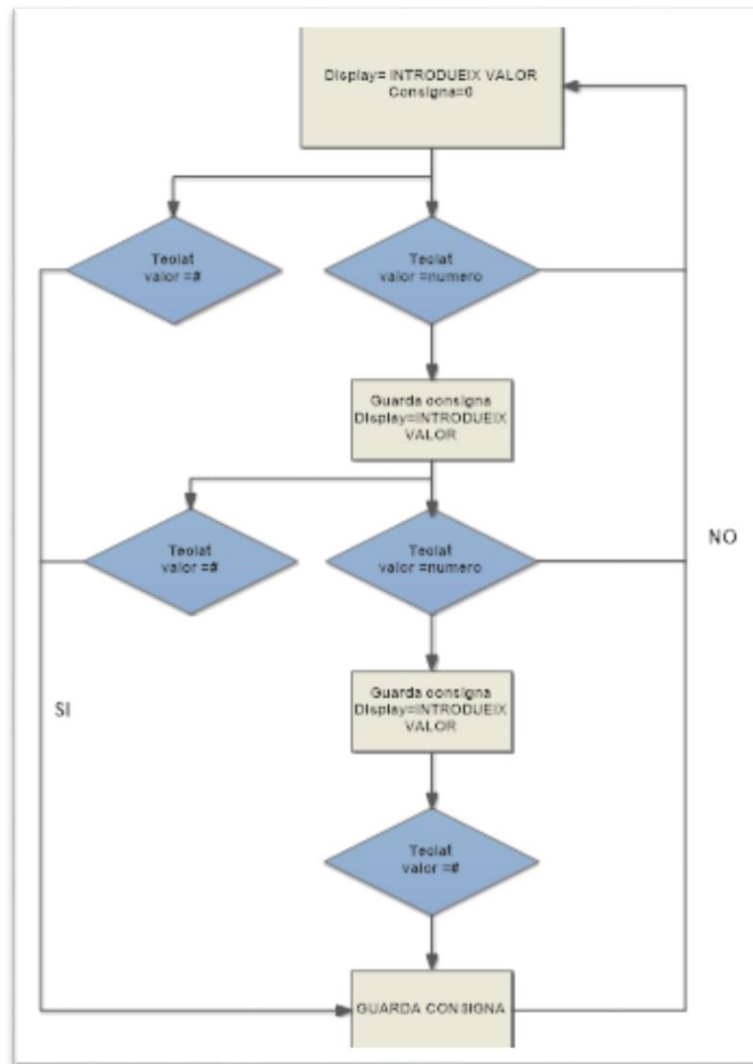
Per tal de controlar la climatització de la casa, l'usuari té l'opció d'establir un valor de consigna de la temperatura, aquest valor indicarà al programa en funció de la temperatura detectada pel sensor LM35, quan convindrà encendre l'aire condicionat.

La manera en que s'ha implementat la introducció de la consigna és mitjançant un bucle que requereix l'ús d'un teclat, només poden introduir-se valors d'una o dues xifres com a màxim, i només quedarà guardada a la variable consigna si després d'introduir el valor es prem #.

Si per algun cas no s'introdueix cap valor numèric i es prem el botó de confirmació #, la temperatura consigna serà 0.

Si el valor supera les 3 xifres o un dels valors és * ,el bucle es reiniciarà tantes vegades com sigui necessari fins que el valor introduït sigui vàlid.

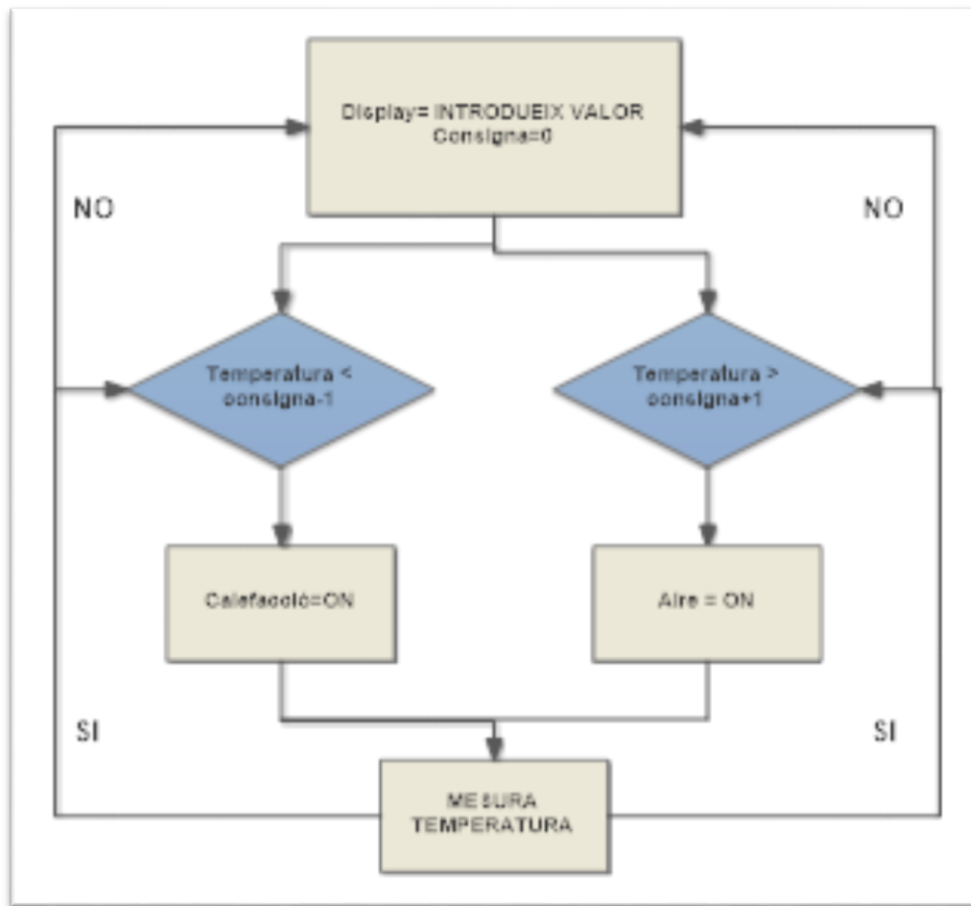
A continuació es mostra el diagrama de flux del funcionament.



Imatge 13 Diagrama de flux de temperatura

Un cop hem definit la consigna que volem, el programa mesurarà la temperatura de manera constant i automàtica, així, segons el valor triat de consigna el sistema decidirà com cal actuar, activant la calefacció, l'aire condicionat o no fent res.

Al valor de consigna se li afegeix una histèresis $\pm 1^{\circ}\text{C}$ de manera que no s'encenguin ni s'apaguin constantment l'aire o la calefacció.



Imatge 14 Diagrama de flux del sistema de ventilació i calefacció

8.1.1.5. Alarmes

L'habitatge domòtic permet gestionar les alarmes tant d'incendis com d'intrusió que al ser activades fan sonar una alarma.

L'alarma d'intrusió només pot saltar si està activada i el sensor detecta una presència.

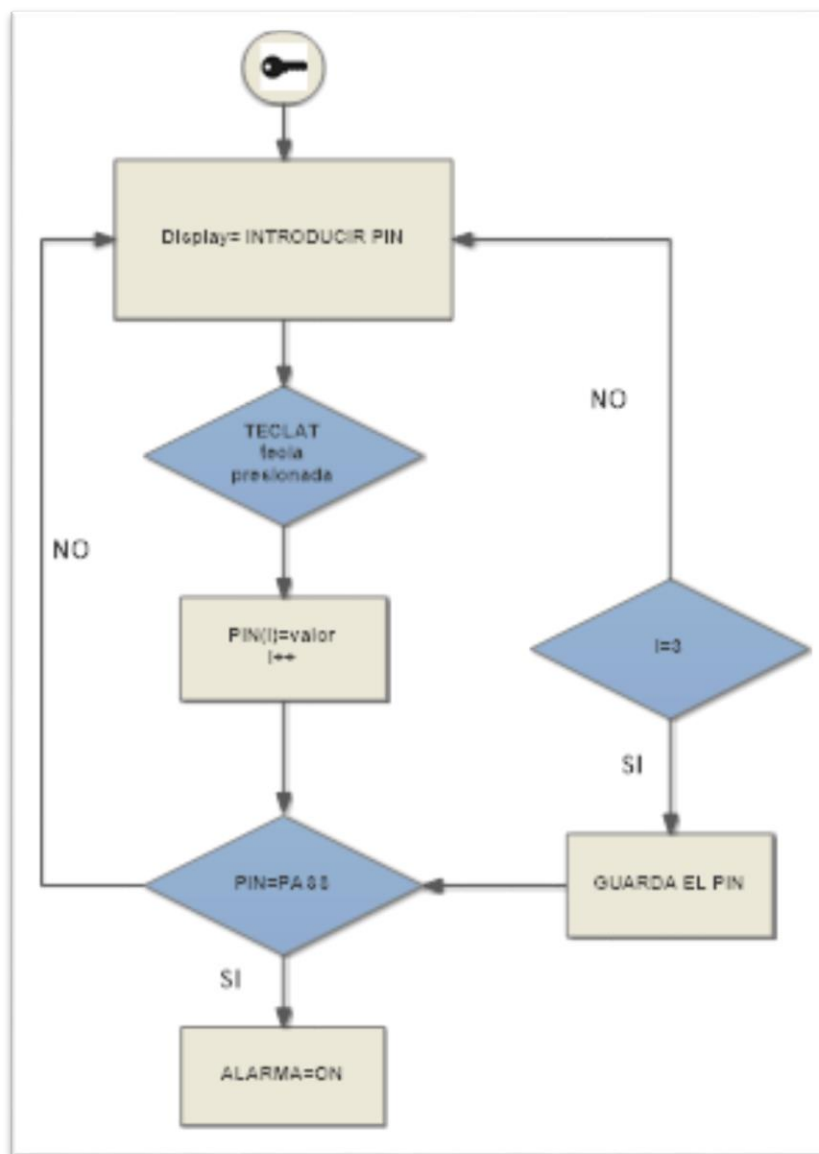
Per activar l'alarma és necessari introduir el codi pin de seguretat, al igual que per a desactivar-la.

Al seleccionar l'opció d'activar l'alarma, el display LCD mostrarà per pantalla "Introducir PIN". Per a introduir el pin de seguretat s'ha creat un bucle que demana un pin de quatre dígit que s'hauran d'introduir per teclat.

Segons es van introduir els dígits del PIN, es guarden en un vector. Un cop introduït tot el codi, es comparen amb un altre vector definit prèviament al programa que conté el codi PIN correcte, per activar i desactivar l'alarma.

Si el vector introduït és igual al definit pel programa, l'alarma s'activarà o desactivarà.

Si en cas contrari, no coincideixen, el display mostrarà "PIN incorrecte" durant uns segons i tornarà a demanar la introducció del PIN de seguretat correcte.



Imatge 15 Diagrama de flux de l'alarma

En el cas de desactivació de l'alarma el programa té el mateix funcionament que en el cas de l'activació.

Un cop et activa l'alarma, si el sensor d'ultrasons detecta presència, s'activarà un senyal sonor i audible que només pararà en el cas que s'introdueixi el PIN de seguretat correcte. El codi per a desactivar el brunzidor, funciona exactament igual que en el cas d'activar i desactivar l'alarma.

8.1.1.6. Altres funcions

A part de totes les funcions ja esmentades fins aquí, la casa disposa de controls per a diverses zones de la casa.

L'usuari pot seleccionar funcions com activa el forn, encendre la placa d'inducció, encendre la calefacció al lavabo i/o activar el televisor entre d'altres.

Al seleccionar qualsevol de les opcions s'activen o desactiven les sortides de l'ATMega que tinguin associades per tal de dur a terme l'acció desitjada.

8.1.2. Control per veu

L'altre opció per poder controlar les funcions que volem realitzar a la nostra casa, és utilitzant un dispositiu mòbil amb l'aplicació de control instal·lada prèviament.

Al enviar una ordre per veu a través del telèfon o tableta, s'envia per mitjà de la comunicació via Bluetooth una sèrie de caràcters que correspon a l'ordre especificada.

Constantment el microcontrolador ATMega llegeix l'entrada d'ordres que puguin arribar a través del dispositiu mòbil i actua segons la cadena de caràcters que rep.

Al rebre una ordre, immediatament guarda el valor adquirit i el compara amb totes les opcions del "if". Un cop s'ha identificat l'ordre que s'ha de realitzar s'assignen els valors a les sortides digitals que pertorquin per realitzar l'acció demandada i actua en conseqüència.

CAPÍTOL 9: PROGRAMACIÓ DE L'APLICACIÓ

En aquest apartat, es procedeix a tractar d'aconseguir un únic i primordial objectiu, que és donar a entendre com s'ha realitzar el disseny i la programació de l'aplicació mòbil que s'ha desenvolupat per dispositius mòbils amb sistema operatiu (SO) Android.

Primerament, com s'ha comentat anteriorment la facilitat d'utilitzar la comunicació de les ordres mitjançant la nostre veu, això m'ha obligat a realitzar una investigació prèvia de com realitzar un reconeixement de veu i de tal manera incorporar aquest servei en una aplicació mòbil per Smartphones. A mida que ha anat avançant la investigació vaig pensar perquè en comptes d'un reconeixement de veu nou no un ja existent, i així vaig aprofitar el reconeixement de veu de Google, així tindria més garantia i fidelitat, ja que, prové d'una companyia amb molt bona reputació i aquest servei es troba a la disposició de qualsevol usuari de manera gratuïta. Per tant, el següent pas era investigar totes les plataformes d'accés gratuït que hem permetés incorporar aquest servei de manera directe a la meua aplicació mòbil.

Investigant durant varis dies i veient molt be les especificacions de cada plataforma vaig arribar a la desició d'utilitzar la plataforma d'accés lliure MIT App Inventor, concretament a la versió MIT App Inventor 2 Beta de la plataforma software.

La plataforma escollida, App Inventor ha estat desenvolupada per Google Labs, però a l'Agost del 2011 va ser publicada com software lliure sota la llicència Apache 2.0 i el seu desenvolupament es va traspasar al Institut Tecnològic de Massachusetts (MIT). El llenguatge de programació que s'utilitza en App Inventor està inspirat i pren elements indiscutiblement de Scratch (programació orientada a objectes, desenvolupat per MIT).

Pel desenvolupament del software l'usuari té a l'abast un conjunt d'eines bàsiques i de forma visual es van enllaçant una sèrie de blocs per crear l'aplicació. App Inventor també permet executar les aplicacions en un emulador per el que fa que no sigui imprescindible disposar d'un telèfon per provar les aplicacions que es realitzin. La plataforma també incorpora un mètode de connexió mitjançant codis QR que ens permetrà anar visualitzant en temps real els canvis implementats a la interfície de la pantalla tàctil del telèfon mòbil.

Per tant, les característiques fonamentals que fan que la plataforma App Inventor sigui especialment adequada són les següents:

1. Es tracta de software lliure, no és necessari l'adquisició de llicències per par del desenvolupador.
2. És multi-plataforma, simplement requereix d'un navegador i la màquina virtual de Java instal·lada.
3. És programació per dispositius mòbils. Avui en dia una bona part del futur de la informàtica es basa en aplicacions per dispositius intel·ligents.

Degut a que l'aplicació ha d'esta desenvolupada per una plataforma de lliure accés per desenvolupar software de Google, això vol dir, que nomes serà compatible amb mòbils que portin el sistema operatiu Andorid. Els mòbils que porten sistema operatiu iOS de Apple no podrien utilitzar aquesta aplicació. Un dels motius principals per desenvolupar l'aplicació en una plataforma per a mòbils amb sistema operatiu Android ha esta la quota de mercat, ja que els telèfons intel·ligents (smartphones) amb Andorid lideren la quita de mercat mundial amb un 87,7%, en canvi, el sistema operatiu d'Apple suposa un 12,2%.

Un altre motiu fonamental alhora de decidir quina plataforma de desenvolupament utilitzar ha estat el servei de reconeixement de veu, ja que la plataforma de App Inventor disposa d'un servei que utilitza directament el reconeixement de veu de Google, per tant, al tractar-se d'un sistema fiable ha estat determinant la utilització d'una plataforma de lliure accés pel desenvolupament de software en sistemes operatius Android. L'aplicació és compatible amb totes les versions de software disponibles d'Android.

Per tal de dissenyar i programar una aplicació per a un sistema operatiu Andorid prèviament s'ha de conèixer les següents característiques d'aquest sistema.

El sistema operatiu Android consta d'un nucli Linux. El desenvolupament d'aquest nucli Linux és un exemple de software lliure, ja que tot el codi font pot ésser utilitzar, modificat i redistribuït lliurement sota els termes de la GPL (Llicència Pública General de GNU). Gnu es tracta d'un sistema operatiu del tipus UNIX (sistema operatiu portable, multitasca i multiusuari).

Aquest sistema operatiu d'Android va ser dissenyat principalment per dispositius mòbils amb pantalla tàctil, com els actuals coneguts telèfons intel·ligents, tablets, rellotges intel·ligents, etc. A dia d'avui està en continu desenvolupament ja que disposa d'una gran comunitat internacional de desenvolupadors de software creant aplicacions per estendre la funcionalitat dels dispositius.

Com s'ha comentat anteriorment, amb App Inventor s'aprèn a programar utilitzant lògica de blocs de programació. Aquests blocs estan fets amb elements comuns a la majoria dels llenguatges de programació existents.

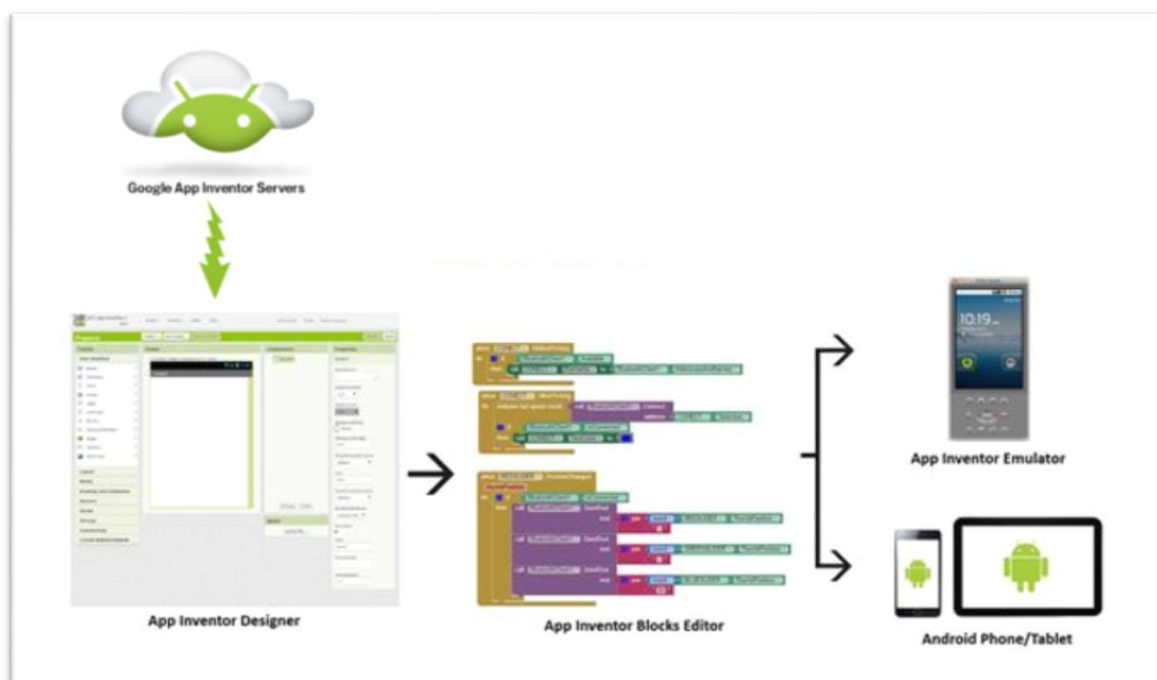
Aquesta característica també ha resultat de gran ajuda ja que a partir dels coneixements de programació, per exemple en llenguatge C, ens ha permès entendre més fàcilment la programació amb aquesta plataforma. Encara així com tot nou llenguatge requereix un cert temps d'adaptació.

Aquest llenguatge el mètode de programació es tracta de la col·locació de blocs per construir bucles, condicions, variables, esdeveniments i altres estructures típiques de llenguatges de programació que permeten pensar lògicament per tal de solucionar els problemes de forma metòdica. Gràcies a la incorporació d'aquests blocs, això ens evita perdre el temps en trobar el punt i coma o els típics descuits d'alguna sintaxi del llenguatge com per exemple dos punts que són on no deuen, o la col·locació de les claus per exemple en el llenguatge java, per tant, ens evita els típics errors que es produeixen de compilació o execució.

L'editor de blocs de l'aplicació utilitza la llibreria Open Blocks de Java per crear un llenguatge visual a partir de blocs. Aquestes llibreries estan distribuïdes per Massachusetts Institute of Technology (MIT) sota la seva llicència lliure (MIT License). El compilador que tradueix el llenguatge visual dels blocs per a l'aplicació en Andorid utilitza Kawa com a llenguatge de

programació, distribuït com a part del sistema operatiu GNU de la Free Software Foundation. Amb App Inventor ens permet optimitzar el temps de programació, per tant, amb una certa experiència amb programació es pot tenir en funcionament l'aplicació desitjada en un interval de temps molt més reduït que amb qualsevol altre llenguatge de programació tradicional basats en text per a dispositius mòbils.

A continuació es mostra un diagrama del funcionament on es pot observar la relació entre les diferents interfícies de la plataforma de desenvolupament.



Imatge 16 Esquema del funcionament del software App Inventor

Fent referència al diagrama anterior, a continuació es fa una descripció detallada de cada element integrant al desenvolupament de l'aplicació:

1. Google App Inventor Servers, es tracta dels servidors necessaris tant sigui per el disseny de l'aplicació com per la part de programació de blocs. Pel que ga a la part de disseny, és a dir, la interfície la qual serà visualitzada per la pantalla del telèfon intel·ligent aquesta funciona a través del navegador Web en un servidor ubicat actualment en el MIT.

Els navegadors els quals són compatibles per utilitzar aquesta plataforma són els següents:

- Mozilla Firefox 3.6, sense la extensió NoScript instal·lada
- Apple Safari 5.0
- Google Chrome 4.0
- Microsoft Internet Explorer 7

Pel que fa l'editor de blocs encara que funcioni de manera local a Java, no el podem llançar sense tenir l part de disseny oberta. Per tant, es precisa d'una connexió a Internet per tal de programar en App Inventor, ja que sense Internet no es podrà realitzar l'empaquetament final al servidor del MIT. De totes maneres per al desenvolupament hi ha possibilitat de descarregar el software de la plataforma i poder desenvolupar l'aplicació sense la necessitat de la connexió a Internet, però com s'ha comentat per tal de compilar i realitzar l'empaquetament final es necessita tenir connexió al servidor del MIT per tant, serà necessari en aquest pas la connexió amb Internet.

Altres condicions per poder desenvolupar en aquesta plataforma són la necessitat de tenir un compte de correu a Gmail i Java Web Start instal·lat al ordinador. I també disposar d'algun dels següents sistemes operatius al ordinador:

- GNU/Linux : Ubuntu 8+, Debian 5+
- Macintosh (con processador Intel): Mac OS X 10.5, 10.6
- Windows: Windows 7, Windows 8, Windows 10

2. App Inventor Designer, es tracta de la interfície on es col·loquen tots els elements visuals. El disseny visual de l'aplicació es realitza mitjançant la col·locació dels elements disponibles a les llibreries de la plataforma. Per tant, els components visuals no necessitaran ser programats com a components però si s'haurà de programar la funcionalitat de cadascun per que fessin el que vulguem, aquesta es trobarà a la finestra d'edició de blocs (App Inventor Blocks Editor).

La meua aplicació consta de diverses pantalles, per tant es tracta d'una aplicació multi-pantalla en la qual l'usuari interactuarà. L'objectiu primordial d'aquesta aplicació era crear una aplicació que ens permetés la comunicació per veu amb el microcontrolador i a la vegada fos apte per a

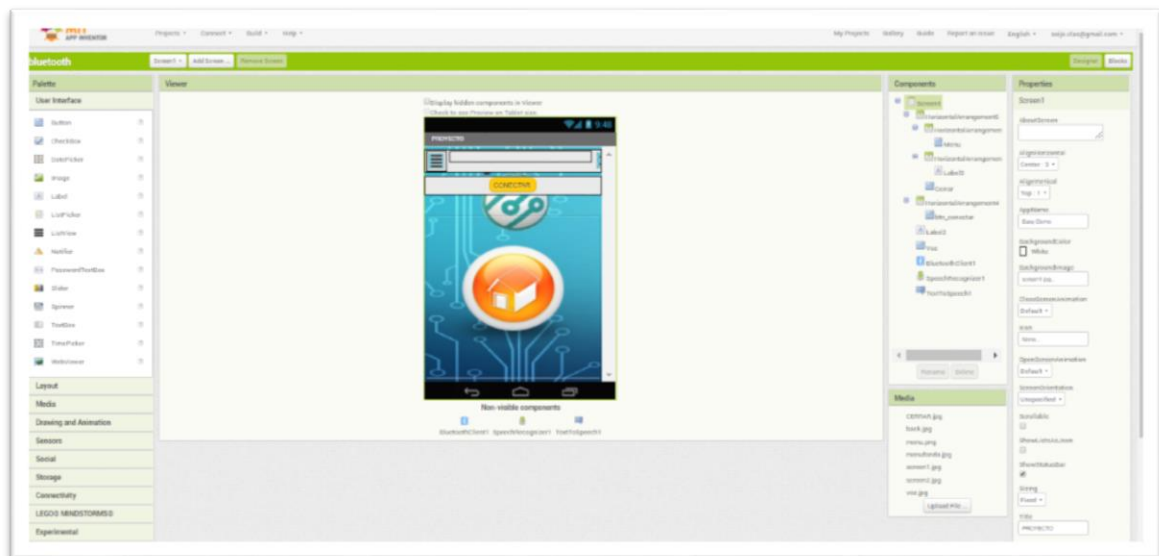
tot tipus de persones, com per exemple les persones invidents o persones mudes. De tal manera, es tracta de cobrir totes les solucions possibles de comunicació i així cobrir les diferents discapacitats que poden patir les persones.

Per aquests motius comentats, hem porten a la decisió de crear un disseny de diverses pantalles per a interactuar, La pantalla principal de la aplicació es on trobarem els comandaments per tal de comunicar-nos mitjançant la veu.

Aquesta pantalla s'ha decidit que fos la primera per tal de facilitar el desplaçament a les persones invidents. Amb dos "clicks" ja es pot donar l'ordre desitjada, un correspon a obrir l'aplicació mòbil i l'altre a donar "click" al botó corresponent de la veu.

Un aspecte de gran ajuda per a les persones invidents hem cregut oportú incorporar missatges de veu per cada acció realitzada, per tant, quan es polsi algun botó de la pantalla principal de l'aplicació s'activarà el seu corresponent missatge de veu per tal de tenir un coneixement d'on s'ha polsat.

A continuació es mostra el disseny de la pantalla principal:



Imatge 17 Pàgina principal de disseny de App Inventor

Com es pot observar en l'anterior imatge, la interfície del disseny de la plataforma App Inventor consta de 4 parts per tal de definir les pantalles de l'aplicació mòbil.

La part de “palette” es tracta de totes les llibreries dels components (botons, etiquetes, imatges, caixes de text) i altres elements que serveixen per la disposició dels elements. En aquesta part, també es troba elements no visibles per l’aplicació però que serveixen per realitzar alguna funcionalitat, com per exemple la connexió a Bluetooth, el servei reconeixement de veu de Google, entre altres.

La part de “viewer” es tracta de la interfície gràfica que es mostrarà al telèfon mòbil, en aquesta part es van col·locant tots els elements escollits de la part de “palette” amb la disposició desitjada.

La part de components, es tracta de tota la llista d’elements que pertanyen al disseny de la interfície gràfica corresponent que servirà a l’usuari per realitzar les funcions disponibles que desitgi. En aquest llistat de components apareixen tant els elements visuals com els que no apareixen a la interfície gràfica que realitzen funcions internes a l’aplicació.

Per últim, es troba la part de “properties” en aquesta part es tracta de les propietats dels components on s’haurà de definir per exemple els píxels que haurà d’ocupar a l’aplicació, la forma dels components, etc.

A continuació es mostra la interfície gràfica a la pantalla del mòbil.



Imatge 18 Pantalla d'inici de l'aplicació

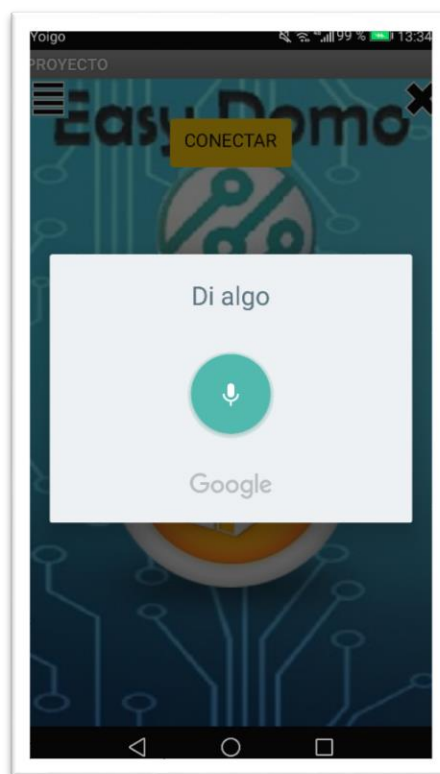
Com es pot observar en la imatge, hi ha diferents elements visuals per tal de cobrir les necessitats d'una persona invident. Per aquests motius es tracta d'una interfície senzilla però eficaç. A continuació es fa una descripció de tots els elements visuals i els no visuals que s'integren a la pantalla.

Primer de tot, a la part esquerra superior es troba un botó anomenat Menú que ens permetrà desplaçar-nos a la pantalla de Menú on es troben diverses opcions de pantalles, més endavant s'expliquen la resta de pantalles.

A la part superior dretana es troba un botó amb una creu blanca, la seva funcionalitat es tancar l'aplicació mòbil.

A continuació trobem un imatge gran al centre, es tracta d'un botó el qual ens servirà per cridar al servei de reconeixement de veu de Google per tal de donar l'ordre amb la veu. Per tant, aquest botó s'ha dissenyat lo més gran possible per tal que sigui accessible per a persones invidents.

A continuació es mostra la finestra emergent quan es polsa aquest botó



Imatge 19 Activa el reconeixement de veu a l'APP

Seguidament, es pot observar una etiqueta de “mostrar les ordres” i un botó d’activació (checkbox), la seva funcionalitat es tracta de poder activar una caixa de text on apareixeran les corresponents ordres de veu identificades al reconeixement de veu per tal de poder visualitzar que ha identificat el servei.

Aquesta funcionalitat s’ha decidit que el propi usuari determini la seva activació, ja que, per a una persona invident no té cap mena de sentit visualitzar el text identificat per reconeixement, en canvi, per a una persona que no pateixi ceguera és una funció interessant saber quina ordre està interpretant i en conseqüència executarà. Per tant, mitjançant la caixa d’activació si es troba seleccionada, llavors es podrà visualitzar el text, d’altre banda si no es troba seleccionat la caixa on es mostra el text desapareixerà.

A continuació es mostra quan no es troba seleccionada la caixa d’activació.



Imatge 20 No esta marcat el lector d'ordres

Com s'ha comentat anteriorment, es tracta d'una aplicació mòbil multi-pantalla les quals es troben interrelacionades unes amb les altres. En l'explicació de la pantalla inicial s'ha explicat el botó Menú, el qual ens permet desplaçar-nos a una altre pantalla. Aquesta acció queda representada en la següent imatge.



Imatge 21 Marcador d'ordres

En la pantalla Menú, es troben totes les opcions de pantalles que engloben l'aplicació. Per tant aquesta pantalla farà la funció de guia per desplaçar-nos per tota l'aplicació. Les pantalles que s'han dissenyat i programat d'aquesta guia són EyesHome i la de Funcions, les altres pantalles que apareixen a la guia es tracten de millores de l'aplicació, les quals s'expliquen en l'apartat de possibles millores.

Com es pot observar, a la pantalla Menú trobem l'opció Funcions, polsant en aquesta opció, ens obrirà una altre pantalla de l'aplicació.



Imatge 22 Pantalla del menú

La pantalla Funcions es la que ens permet fer “scroll” (desplaçament vertical de manera tàctil) ja que, en aquesta pantalla consta de totes les funcions disponibles per realitzar a la casa domòtica.



Imatge 23 Panell de control manual desde smartphone

L'objectiu primordial de la funcionalitat d'aquesta pantalla de l'aplicació mòbil, es tracta de cobrir l'altre tipus de comunicació la qual cobreix les mancances de les persones mudes i/o sordes. En el cas de les persones que no pateixin cap mena de discapacitat aquesta pantalla resultarà també de gran utilitat ja que es poden visualitzar totes les funcions i amb l'acció d posar el botó corresponent en la interfície de l'aplicació serà suficient per dur a terme l'acció desitjada a la casa domòtica.

El disseny d'aquesta pantalla com es contempla és intuïtiu, cada funció disposa d'un polsador d'activació (ON) i un altre de desactivació (OFF). A més els diferents departaments de la casa es troben separats i cada departament consta de les seves funcions pertinents.

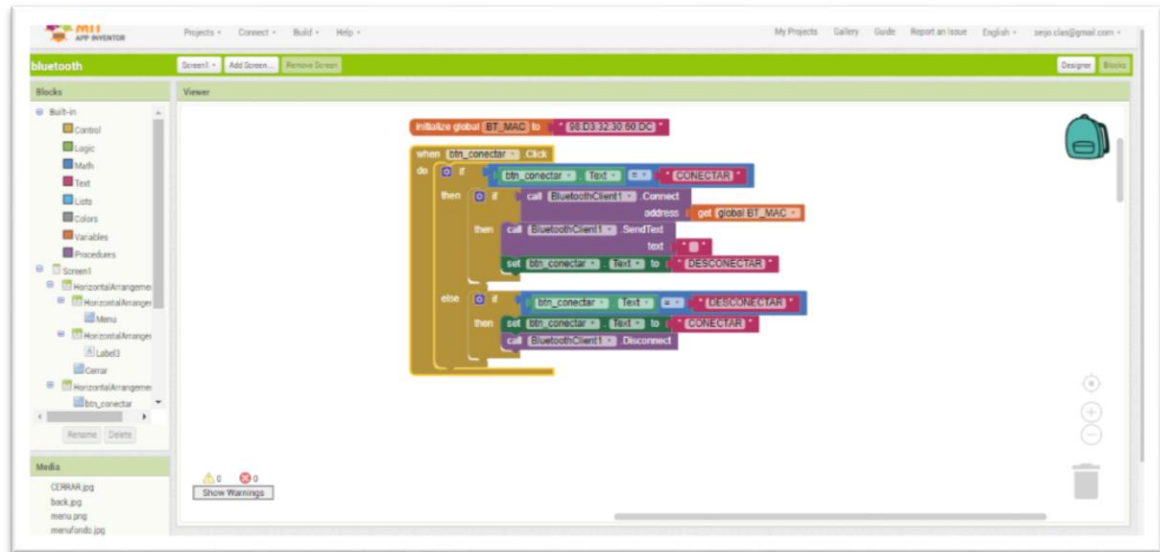
Pel que fa a l'acció de la temperatura, hi ha dues opcions: la primera ens retornarà la temperatura ambient, pel que fa a la segona opció, és una modificació per poder introduir una consigna de temperatura.

Una vegada s'ha explicat el disseny gràfic de tota l'aplicació, el següent pas serà l'explicació de la programació que pertany a cada pantalla.

3. App Inventor Blocks Editor, aquesta part del diagrama de la plataforma de App Inventor constarà de la programació de blocs.

A la primera pantalla de la meua aplicació EasyDomo es troben diverses funcions per dur a terme la solució domòtica desitjada, en aquest cas la possibilitat del enviament d'una ordre al microcontrolador Atmega de l'Arduino que governa el hardware de la casa.

A continuació es mostra la interfície del editor de blocs y es mostra una funció de la primera pantalla.



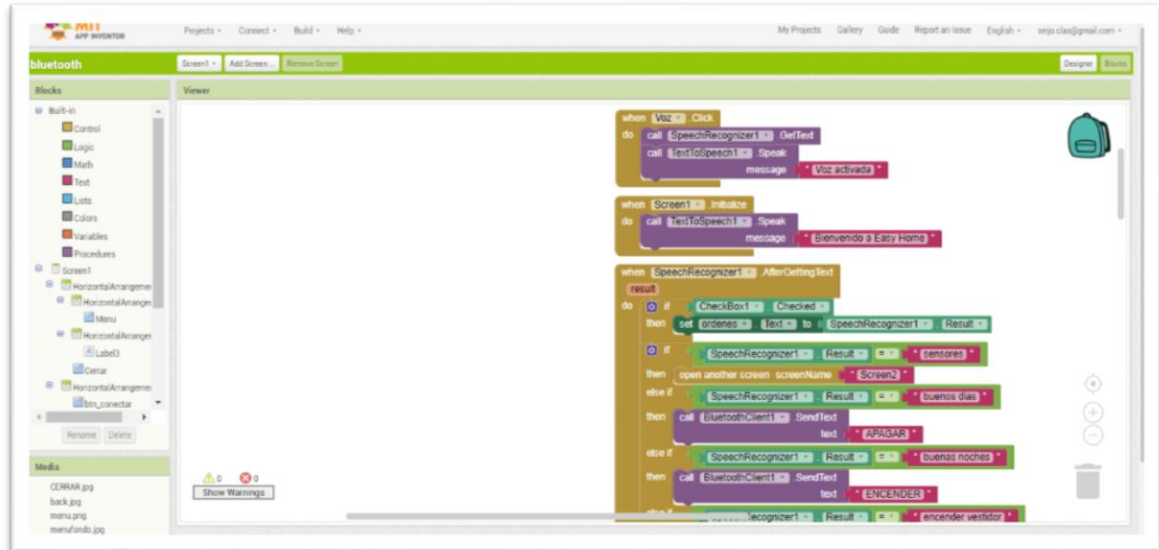
Imatge 24 Funció de blocs que mostra la connexió per Bluetooth

Aquesta primera part de programació que apareix en la figura anterior, és l'encarregada de realitzar la connexió amb el Bluetooth del telèfon mòbil.

Cal tenir en compte una condició necessària per poder comunicar des de la aplicació mòbil fins el microcontrolador, aquesta condició es tracta de l'emparellament previ del dispositiu receptor de Bluetooth HC-06 amb el telèfon mòbil. Aquest emparellament es du a terme mitjançant una recerca del dispositiu receptor a través del telèfon, una vegada s'ha seleccionat s'ha d'introduir una contrasenya (1234) per tal d'establir una connexió directe entre els corresponents dispositius. Per tant el següent pas es tracta de connectar l'aplicació mòbil amb el Bluetooth del telèfon mòbil per tal de poder enviar les ordres de manera automàtica.

S'ha decidit que la connexió amb el Bluetooth es faci de manera automàtica per tant, s'ha programat que al inicialitzar l'aplicació, aquesta es connecti amb la direcció MAC del telèfon mòbil amb sistema operatiu Andorid, després es realitza una comprovació que aquest telèfon es trobi connectat amb la direcció MAC del receptor Bluetooth, Si aquestes condicions són certes llavors ens permetrà polsar el reconeixement de veu, en el cas que les condicions anteriors no siguin certes llavors ens apareixerà un missatge emergent comunicant que la connexió Bluetooth no es troba disponibles.

A continuació es mostra la part de programació que ens permetrà realitzar un reconeixement de la veu.



Imatge 25 PART de l'aplicació que permet el control mitjançant comandes de veu

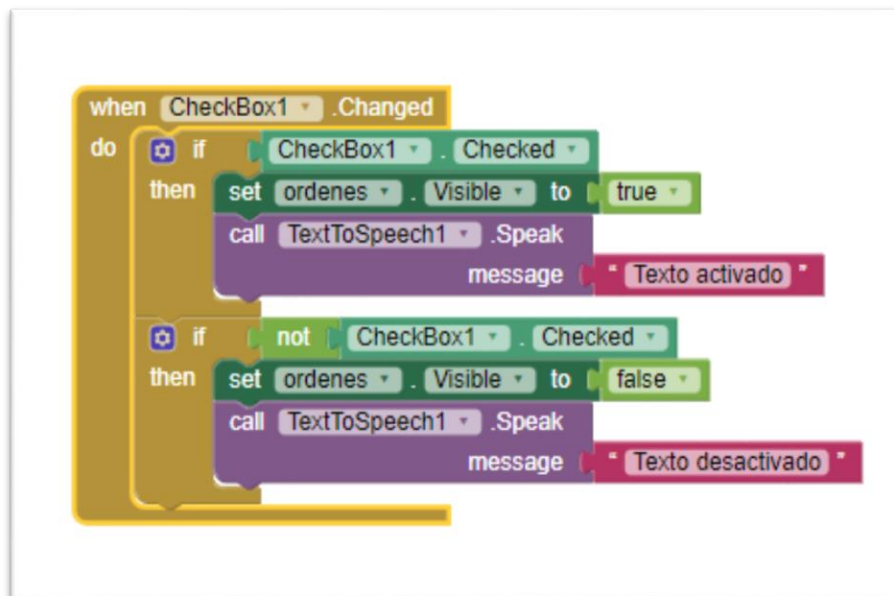
En la imatge es pot contemplar diferents parts de la programació que pertanyen al reconeixement de veu.

Primerament, al pulsar el botó central de la pantalla EasyDomo que anteriorment s'ha explicat, immediatament aquest emetrà un missatge de veu programat en la imatge es pot veure que apareix "Voz Activada". Un aspecte que cal destacar es la utilització del castellà per enviar les ordres i per emetre els missatges de veu, ja que el servei de Google es més fiable en castellà que no pas en català, després de diverses proves de funcionament es va optar d'utilitzar el castellà en aquest cassos per tal d'assegurar les ordres que s'envien.

Una vegada s'ha emès el missatge corresponent la següent acció programada es la crida del servei intern de reconeixement de veu de Google, aquesta crida farà que aparegui la finestra emergent i llavors es donarà l'ordre desitjada. Una vegada s'ha donat l'ordre, s'agafa el text reconegut i es fa una comprovació si esta activada la caixa de text per tal de mostrar el text reconegut en ella o en el cas que estigui desactivat no fer-ho.

El següent pas a realitzar es una comprovació del resultat del text reconegut amb el text que correspongui a una ordre registrada a l'aplicació. En cas afirmatiu, el pas definitiu serà enviar pel servei de Bluetooth una variable, en el meu cas envià una consigna en forma d'string per realitzar la funció d'encendre les llums de la casa. Per la resta de funcions es realitzaria de forma similar. De tal manera que cada funció té assignada la seva variable corresponent. Als annexos es troba tota la programació de totes les funcions.

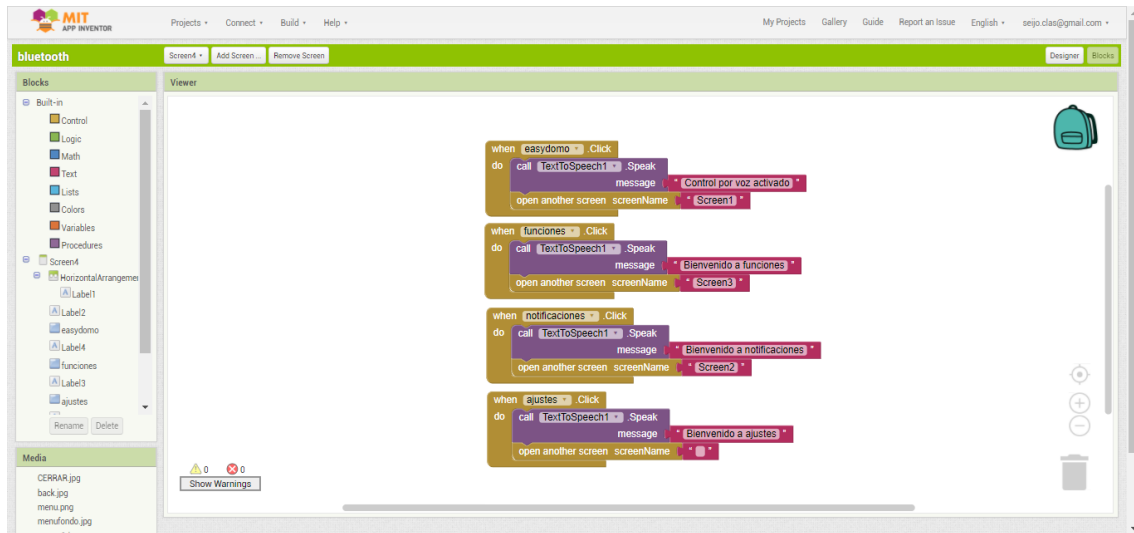
A continuació es mostra la funció perquè es mostri el text reconegut a la caixa de text en el cas que estigui activat.



Imatge 26 Funció del check box que mostra les ordres anomenades

En aquesta funció programada, l'objectiu es fer aparèixer el text reconegut mitjançant la veu en una caixa de text sempre i quan l'usuari ho desitgi. Per tal de dur a terme aquesta funció, s'utilitza un "checkbox" botó d'activació el qual ens servirà per realitzar una comprovació, si la condició és activa farà que la caixa de text estigui activa i es mostri a la interfície de la pantalla mòbil, a més també en el cas que estigui actiu s'emetrà un missatge de veu corresponent. Pel cas que l'usuari descarti la visualització, llavors no apareixerà aquesta caixa de text i en el moment de la desactivació també emetrà el seu corresponent missatge de veu.

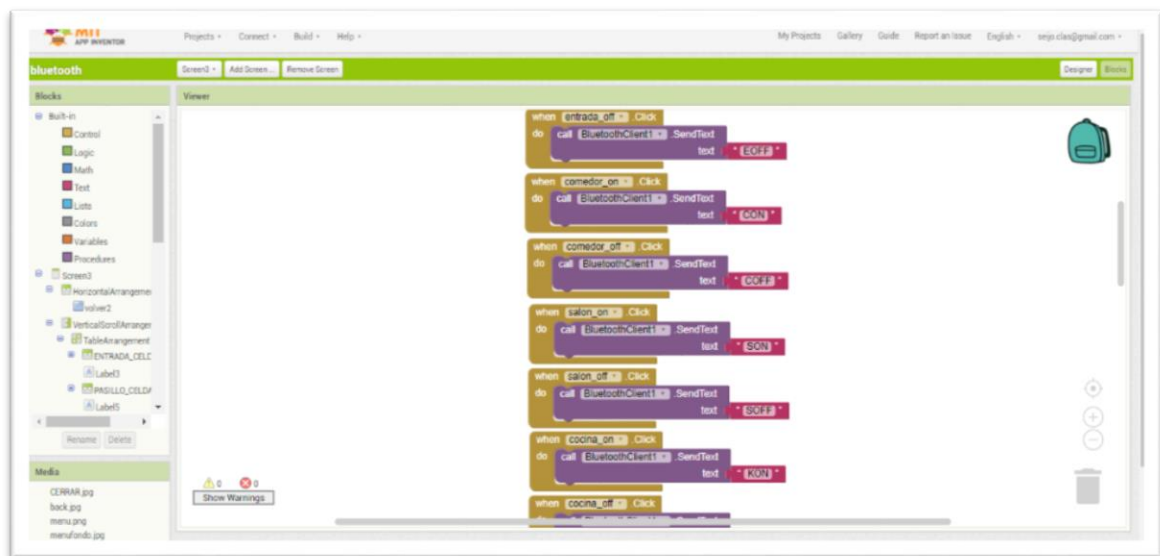
Pel que fa a la pantalla de Menú la seva corresponent programació es tractarà de polsar qualsevol botó per tal de desplaçar-nos a la pantalla desitjada de l'aplicació.



Imatge 27 Funcions de tancar i obrir pantalles

Les funcions d'aquesta pantalla es tracta de l'obriment de les pantalles corresponents, es tracta d'una pantalla intermediària on recull les diverses opcions que permet realitzar l'aplicació mòbil.

Finalment, es recull la programació de la pantalla FUNCIONES corresponent amb les funcions mitjançant polsadors o botons d'aplicació.



Imatge 28 Funcions que realitzen les funcions automàtiques

En aquesta part de programació es torna a utilitzar el servei de Bluetooth per tal de poder comunicar-nos a través de l'aplicació fins al microcontrolador. Amb l'enviament d'una variable numèrica la qual correspon a una funció que s'ha associat. Aquesta variable una vegada ha estat enviada i rebuda per part del microcontrolador es tractada i l'Atmega donarà les ordres al hardware pertinent per realitzar l'acció desitjada en el prototip implementat. Als annexos es troba la programació completa corresponent a la Screen de FUNCIONS.

CAPÍTOL 10: PRESSUPOST

A continuació realitzo un pressupost detallat pels mòduls dissenyats que hi seran presents a l'habitatge que és disposar ha automatitzar. En aquest estudi econòmic s'inclourà tant el cost de disseny per part de l'equip d'enginyers com els costos dels materials i la instal·lació dels diferents elements de la casa.

10.1. Costos d'enginyeria

En aquest apartat es mostren els costos directes del treball dels enginyers en la realització del projecte, és a dir, el número d'hores destinades a la realització del disseny de l'habitatge: memòria, plànols, simulacions, etc.

| Concepte | Hores | Preu (€/hora) | Total (€) |
|-----------------------|-------|---------------|--------------|
| Disseny i realització | 110 | 30 | 3300 |
| Plànols | 10 | 20 | 200 |
| Memòria | 50 | 15 | 750 |
| | | | 4.250 |

Taula 6

10.2. Costos dels materials

En aquest apartat es mostra el llistat dels diferents components i materials emprats pels mòduls dissenyats, així com per la instal·lació dels elements per automatitzar l'habitatge. Com podem comprovar s'han introduït els preus dels components emprats en la maqueta model que s'ha realitzat per la simulació.

| Referència | Component | Valor | Uts | Preu (€/ut) | Total (€) |
|-------------|-------------------|--------------|-----|-------------|---------------|
| R1-R13 | Resistència | 330 Ω | 13 | 0,020 | 0,26 |
| PC16103A | Potenciòmetre | 10k | 1 | 1,57 | 1,57 |
| MKY76C59 | LDR | MKY-76c59 | 1 | 1,79 | 1,79 |
| CC1252N | Cable negre | 0.25x10m | 1 | 2,36 | 2,36 |
| CC1252R | Cable vermell | 0.25x10m | 1 | 2,36 | 2,36 |
| LED5BABT23 | LED blanc 5mm | 30.000 mcd | 19 | 0,39 | 7,41 |
| LED5AZAB | LED blau 5mm | 10.000 mcd | 1 | 0,17 | 0,17 |
| LED5R | LED vermell 5mm | 10.600 mcd | 1 | 0,06 | 0,06 |
| UA35 | Integrat | LM35DZ | 1 | 1,62 | 1,62 |
| 1080005 | Cable BOARD | M>M | 40 | 2,48 | 2,48 |
| FUNLCD1602 | LCD blava | 16x2 | 1 | 3,93 | 3,93 |
| FUNMQ2 | Sensor gas | Analògic | 1 | 6,74 | 6,74 |
| FUNHC06 | Mòdul Bluetooth | HC06 | 1 | 10,25 | 10,25 |
| FUNHCSR04 | Mòdul ultrasò | HCSR04 | 1 | 2,26 | 2,26 |
| FUNMD0052 | Sensor PIR | Keyestudio | 1 | 6,53 | 6,53 |
| BPX550024NE | Termorresistiu | 2,4*1200N | 1 | 0,94 | 0,94 |
| ARD-0033 | Arduino MEGA | ATMega2560 | 1 | 34,50 | 34,50 |
| BT1363 | Caja prot.arduino | Metacrilat | 1 | 3,90 | 3,90 |
| CARPLN5mm | Cartró Ploma NG. | 700x500mm | 1 | 7,09 | 7,09 |
| CARPLB5mm | Cartró Ploma BL. | 700x500mm | 1 | 4,16 | 4,16 |
| 522-5331 | Alumini U | 1000mm | 3 | 3,95 | 11,85 |
| 452-5789 | PVC U Blanc | 1000 mm | 3 | 2,54 | 7,26 |
| MNTSorra | Pintura Sorra | 1 litre | 1 | 8,54 | 8,54 |
| | | | | | 128,03 |

Taula 7

10.3. Costos de mà d'obra

Trobarem dos tipus d'instal·lació, l'electrònica i l'elèctrica. En la primera s'instal·laran i calibraran tots els sensors. A continuació es realitzarà l'elèctrica, cablejat, il·luminació.

| Concepte | Hores | Preu (€/hora) | Total (€) |
|--------------------------|-------|---------------|------------|
| Instal·lació electrònica | 25 | 12 | 300 |
| Instal·lació elèctrica | 25 | 12 | 300 |
| | | | 600 |

Taula 8

10.4. Cost total

Podem observar el cost total del prototip dissenyat a partir dels apartats anteriorment esmentats.

| Concepte | Total (€) |
|---------------------|-----------------|
| Costos d'enginyeria | 4.250 |
| Costos de materials | 128,03 |
| Costos de mà d'obra | 600 |
| Total | 4.978.03 |
| + 16% I.V.A | 1.045,39 |
| | 6.023,42 |

Taula 9

CAPÍTULO 11: NORMATIVA

La normativa a tener en compte en el desenvolupament del projecte és la següent:

- Norma UNE-EN 50090-2-2:98 *Sistemas electrónicos para viviendas y edificios (HBES). Parte 2-2: Supervisión general del sistema. Requisitos técnicos generales.*
- Norma UNE-EN 16484-2:2005. *Sistemas de automatización y control de edificios (BACS). Parte 2: Soporte físico (ISO 16484-2:2004).*
- Norma UNE-EN 14908-2:2006 *Comunicación abierta de datos en automatización, control y gestión de edificios. Protocolo de red en edificios. Parte 2: Comunicación por par trenzado.*
- Norma UNE-CWA 50487 IN *Código de práctica del Hogar Digital*
- Norma UNE-EN 55022:95 *Equipos de tecnología de la información. Características de las perturbaciones radioeléctricas. Límites y métodos de medidas*
- Norma UNE-EN 55024:99 *Equipos de tecnología de la información. Características de inmunidad. Límites y métodos de medida.*
- Norma UNE-EN 61000-3-2:9 *Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 3: Límites. Sección 2: Límites para las emisiones de corrientes armónica (equipo con corriente de entrada $\leq 16A$ por fase)*
- Norma UNE-EN 61000-3-2/A1:99 *Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 3: Límites. Sección 2: Límites para las emisiones de*

corrientes armónica (equipo con corriente de entrada igual o inferior a 16A por fase)

- Norma UNE-EN 61000-3-2/A2:99 *Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 3: Límites. Sección 2: Límites para las emisiones de corrientes armónica (equipo con corriente de entrada igual o inferior a 16A por fase)*
- Norma UNE-EN 61000-3-2/A14:2001 *Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 3: Límites. Sección 2: Límites para las emisiones de corrientes armónica (equipo con corriente de entrada igual o inferior a 16A por fase)*
- Norma UNE-EN 61000-3-2:2001 *Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corrientes armónica (equipo con corriente de entrada igual o inferior a 16A por fase)*
- Norma UNE-EN 61000-3-3/A1:2002 *Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corrientes armónica (equipo con corriente de entrada igual o inferior a 16A por fase)*
- Norma UNE-EN 61000-3-11:2002 *Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 3: Límites Sección 11: Limitación de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de alimentación de baja tensión. Equipos con corriente de entrada $\leq 75A$, y sujetos a una conexión condicional.*
- Norma UNE-EN 61000-6-1:2002 *Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 6: Normas genéricas. Sección 1: Inmunidad en entornos residenciales, comerciales y de industria ligera.*
- Norma UNE-EN 61000-6-3:2002 *Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 6: Normas genéricas. Sección 3: Norma de emisión en entornos residenciales, comerciales y de industria ligera.*

- Norma ISO14001: *Compromís del medi ambient.*
- Norma BS 7799 de BSI: 1998 *Requisits d'un sistema de seguretat de la informació (SGSI) per ser certificable per una entitat independent.*

També haurà de seguir un seguit de reglamentacions:

Directiva de Baixa Tensió BT73/23/CEE:

- Directiva de Compatibilitat Electromagnètica CEM 89/336/CEE
- Reglament de Infraestructures Comunes a Telecomunicacions RD 401/2003
- Reglament Electrònic de Baixa Tensió RD 842/2002. ITC-BT 51 Instalaciones de Sistemas de Automatización, gestión técnica de la Energía y seguridad para viviendas y edificios
- Reglament de cookies de la LSSI.

CAPÍTOL 12: CONCLUSIONS I POSSIBLES MILLORES

Durant el desenvolupament d'un projecte, a mesura que es va vacant, és fàcil adonar-se de possibles millores que no havien estat previstes des d'un principi degut a la falta d'informació o a la falta de proves.

Un projecte com aquest és molt susceptible de ser contínuament millorat i actualitzat, ja sigui per detecció d'errors, canvi de necessitats o l'aparició de noves tecnologies.

S'ha realitzat una maqueta amb control de llums, sensors de presència, sensor de gas i termòmetre, per donar una idea de les possibilitats que pot arribar a aconseguir aquest projecte. Tot i així hi ha infinitat de millores que podem fer per fer més òptim el projecte.

Així doncs, en aquest capítol es comenten un seguit de possibles canvis que millorarien i augmentarien la comoditat dels usuaris.

12.1. Possibles millores

12.1.1. Sintetitzador de veu

Segons s'ha dissenyat el projecte, l'aplicació permet enviar ordres amb la veu mitjançant un botó situat al mig de la finestra principal de l'aplicació.

En canvi per a utilitzar altres funcionalitats de l'aplicació és necessari el sentit de la vista per a poder navegar-hi.

Una millora que seria molt interessant és incorporar la funcionalitat de sintetitzador de veu a l'aplicació de manera que els usuaris que utilitzin un "smartphone" amb tecles, el qual permet desplaçar-se per les opcions de

l'aplicació fent servir un selector, puguin escoltar el contingut de cada opció només situant-se al damunt.

Això, es pot aconseguir fent cridant els serveis de “google” i activant el sintetitzador de veu, de manera que aquest llegeixi el nom assignat a cada botó o opció i l'expressi per mitjà de l'altaveu.

Aquesta opció facilitaria molt la utilització de l'aplicació a persones amb disfuncions visuals i actualment ja s'està utilitzant per al control de molts sistemes operatius, tant d'ordinadors com de dispositius mòbils, de manera opcional.

12.1.2. Connexió a internet

Com s'ha comentat anteriorment, el disseny ha estat pensat per a cobrir necessitats no només per a persones amb discapacitats sinó també necessitats bàsiques de qualsevol persona.

D'aquesta manera una possible millora a incorporar seria poder connectar l'habitatge amb el dispositiu mòbil a través d'internet.

Al utilitzar internet, es superarien les limitacions del Bluetooth, com per exemple, la limitada distància de comunicació que és d'uns 10 metres, i així es podria obtenir una comunicació permanent amb el dispositiu mòbil sense importar la distància entre el panell de control fix de la casa i el dispositiu mòbil.

Això permetria controlar les funcions de l'habitatge des de qualsevol punt simplement essent necessària la connexió a internet.

12.1.3. Notificacions

Cada cop més es busca poder gestionar les coses des d'un mateix punt, evitant d'aquesta manera l'excés de dispositius o comandaments de control.

És molt important, per tant, tenir la informació centralitzada per tal de poder prendre decisions o simplement tenir coneixement les coses que passen.

Una millora que podria ser molt útil consisteix en incorporar una finestra de notificacions, en la qual, el microcontrolador enviaria informació sobre qualsevol canvi o avís directament al dispositiu mòbil, això evidentment té més sentit quan el dispositiu i el Arduino tenen la capacitat de connectar-se a internet.

Això permetria enviar notificacions directament al mòbil i guardar un historial d'avisos amb les seves hores corresponents. Alguns dels exemples de notificacions venen llistats a continuació:

- Alarma d'intrusió: en el cas que l'alarma s'activi, l'usuari rebria directament un avís al telèfon amb l'hora en què s'ha produït la intrusió i així podria actuar avisant a la policia.
- Alarma d'incendis: si es declara un incendi quan no hi ha ningú dins la casa, s'enviaria un avís a l'usuari per tal de poder posar-hi solució.
- Electrodomèstics: Els electrodomèstics com el rentaplats o la rentadora podrien enviar una notificació en el moment en què finalitzen les seves tasques i així, l'usuari podria saber que, per exemple ja pot anar a treure la roba. La nevera podria avisar si la porta ha quedat mal tancada i la temperatura ha pujat de manera considerable o el forn podria avisar quan arribés a la temperatura desitjada per tal de no haver d'estar pendants de controlar-lo.

12.1.4. Localització

Una altra manera de fer senzilla la vida a persones amb mobilitat reduïda o discapacitats físiques és utilitzar el dispositiu mòbil per a ubicar-se dins la casa, cosa que té dues solucions per ser dut a terme.

12.1.4.1. Guia

Amb una prèvia instal·lació de sensors distribuïts per l'habitatge i mitjançant un sistema GPS, qualsevol Smartphone podria ser capaç de guiar a l'usuari, a través d'un sintetitzador de veu, per tal d'arribar a un punt concret de la casa que prèviament s'haurà escollit amb la veu.

Aquesta única funció seria prou laboriosa per fer un projecte sencer i independent, tot i que alhora podria ser incorporat conjuntament al sistema dissenyat en aquest projecte.

12.1.4.2. Conducció automàtica

Utilitzant el sistema anterior, encara es podria arribar una mica més enllà, afegint un sistema d'utilitat per persones amb mobilitat reduïda i utilitzin cadira de rodes, el qual connectaria amb el dispositiu mòbil i la cadira de rodes elèctrica, permeten a l'usuari ser conduït al punt desitjat de la seva llar.

12.2. Conclusions

Durant la realització d'aquest projecte ha estat imprescindible la recerca e investigació exhaustiva sobre com crear una aplicació de mòbil o per a solucionar molts imprevistos referents a la programació de l'Arduino.

Molt a menut, hi ha hagut males previsions pel que fa al temps que comportaria finalitzar tasques concretes, a vegades per excés i a vegades per defectes, però en general ha quedat la sensació de voler incloure moltes més funcions per millora el projecte, el motiu és l'ambició que mostra aquest projecte i que possiblement requerirà de moltes més hores de dedicació per a poder arribar a un punt de desenvolupament òptim.

Per la part més important que jo considero o que més m'ha tocat, ha sigut el fet d'haver-me ficat en la pell de persones que pateixen aquesta dificultat a la vida i adonar-me de les necessitats diàries que disposen i intentar trobar solucions als entrebancs quotidians amb els que es troben.

CAPÍTOL 13: BIBLIOGRAFIA

13.1. Llibres

Porcuno López, P.; Rpbótica y domótica básica con Arduino. Madrid: Liberia Ra-Ma, 2016.

Harke, Werner. Domótica para viviendas y edificios. Barcelona: Marcombo, 2010.

Maestre, J.M.; Domótica para ingenieros. Madrid: Paraninfo, 2015

Huidobro, J.M.; Manual de domótica. Madrid: Creaciones Copyright, cop. 2010-

13.2. Pàgines Web

MIT APP INVENTOR [Consulta 20 Maig 2017]. Disponible en: appinventor.mit.edu

Sensors en entrades analogiques. [Consulta 16 Juny 2017]. Disponible en: <http://www.diy-makers.es>

Displays LCD [Consulta 15 Juliol 2017] Disponible en : <https://www.prometec.net>

Primeros pasos App Inventor Español [Consulta 18 Juliol 2017]. Disponible en : <https://sites.google.com/site/appinventormegusta/primeros-pasos>

Aplicaciones Android con App Inventor [Consulta 26 Julio 2017] Disponible en: <https://www.tuappinventorandroid.com/>

Ultrasonidos HC-SR04 [Consulta 25 Juliol 2017] Disponible en : <http://elcajondeardu.blogspot.com.es>

Cursos arduino mega [Consulta 29 Juliol 2017] Disponible en : <http://cursoarduinomega.blogspot.com.es>

All data sheets [Consulta 19 Setembre 2017] Disponible en : <http://www.alldatasheets.com>

Mini casa inteligente [Consulta 20 Maig 2017] Disponible en : <http://www.loxone.com>

Material maquetat [Consulta 25 Juliol 2017] Disponible en: <http://serveiestacio.com/>

Practicas arduino [Consulta 13 Agost 2017] Disponible en : <http://serveiestacio.com/>

